Zoologisches

# Taschenbuch

für Studierende

zum Gebrauch bei Vorlesungen und praktischen Übungen

zusammengestellt von

**Emil Selenka.**

---

...e, völlig umgearbeitete und stark vermehrte Auflage

von

**Dr. Richard Goldschmidt**
Privatdozent an der Universität München.

---

## Heft 2. Wirbeltiere,

mit 2/2 Abbildungen.

---

Leipzig 1907.
Verlag von Georg Thieme.

# Zoologisches Taschenbuch

## für Studierende

zum Gebrauch bei Vorlesungen und praktischen Übungen

zusammengestellt von

**Emil Selenka.**




Fünfte, völlig umgearbeitete und stark vermehrte Auflage

von

Dr. Richard Goldschmidt
Privatdozent an der Universität München.

## Heft 2. Wirbeltiere,

mit 272 Abbildungen.

Leipzig 1907.
Verlag von Georg Thieme.

Druck von C. Grumbach, Leipzig.

# Inhalt des II. Heftes.

## (Systematische Übersicht der Wirbeltiere.)

# Chordata.

Das Zentralnervensystem ist ein rückenständiges Rohr, unterhalb dessen ein solider Stützstab, die Chorda dorsalis, liegt; der Körper zeigt Segmentierung.

**I. Tunicaten,** Manteltiere. Marin. Chorda und Segmentierung auf den hinteren Körperteil beschränkt. Herz ein ventraler, offener Schlauch. Cellulose-Mantel.

**II. Leptokardier,** Lanzettfischchen. Marin. Der ganze Leib segmentiert; die Chorda durchzieht den ganzen Körper. Gefäßsystem geschlossen.

**III. Vertebraten,** Wirbeltiere; mit Wirbelsäule und deren Anhängen, mit Gehirn und Schädel.

- Wasser- oder Feuchttiere mit Kiemenatmung. Chorda dorsalis persistiert. Die Eier entwickeln sich im Wasser oder Feuchten (daher weder Allantois noch Amnion). **Ichthyopsiden s. Anamnia.**
  - Wasserlebig; Kiemen, selten auch noch Lungen. Mediane und paarige Flossen. Kopf unbeweglich. Kalkschuppen in der Haut. Kreislauf einfach . . . . . . . . . . . ***Pisces***
  - Im Süßwasser oder im Feuchten. Atmung geschieht 1) durch Kiemen, die oft hinfällig, ferner 2) durch Lungensäcke und 3) durch die weiche Haut. Schädel bewegt sich auf zwei Gelenkhöckern. Die paarigen Extremitäten sind zu pentadaktylen Stütz- und Hebelorganen umgewandelt. Ein Sakralwirbel. Herz mit zwei Vorhöfen und einer Kammer. Eier nackt; Entwicklung im Wasser, in der Regel mit Metamorphose . . . . ***Amphibia***
- Luftatmer; nur Lungen als Atmungsorgan. Die Urniere ist zum Embryonalorgan geworden. Chorda wird fast ganz rückgebildet. Eier der Sauropsiden beschalt, entwickeln sich im Freien: Allantois und Amnion treten als embryonales Atmungsorgan auf, beide als Vererbungsgebilde auch bei den Säugetieren. **Amniota.**
  - einfacher Condylus des Hinterhaupts. Unterkiefer artikuliert am Quadratbein. Gebiß mono- oder polyphyodont oder fehlend. Eier beschalt; Ovipar. **Sauropsiden**
    - Die Haut bildet Schuppen. Herzkammer allermeist unvollkommen geteilt; wechselwarm. Gehirn klein. Riechapparat und Riechzentren gut entwickelt . . . . ***Reptilia***
    - Federn zum Wärmeschutz und als Flugmittel. Herzkammer geteilt, lebhafter Stoffwechsel: homoiotherme Warmblüter. Lungen mit Luftsäcken. Augen groß, Sehzentren hoch entwickelt ***Aves***
  - doppelter Condylus. Unterkiefer artikuliert am Schädel. Herzkammer vollständig geteilt; Zwerchfell als Atemmuskel. Gebiß diphyodont; Zähne dienen zum Kauen. Warmblüter, mit Haarschutz. Weibchen mit Milchdrüsen. Im Großhirnmantel entwickeln sich sekundäre Sinnes- und Assoziationszentren ***Mammalia***

(*Amphibia*, *Reptilia*, *Aves*, *Mammalia*:) Luftatmer mit paarigen Lungensäcken, Kreislauf doppelt. Die Extremitäten sind zu gegliederten Hebeln umgeformt. Nasengruben treten in Verbindung mit der Mundhöhle; die erste Kiementasche wird zur Paukenhöhle u. Tuba Eustachii.

# X. Stamm: Chordata.

Organismen, die zeitlebens oder wenigstens embryonal eine Chorda dorsalis besitzen.

## I. Unterstamm: Urochordata.

Chorda nur im Schwanz erhalten.

### I. Klasse: Tunicaten,

Manteltiere.

Marine Organismen, mit Rückenmark, axialer Chorda dorsalis und ventralem Darmrohr, dessen Schlund von Kiemenspalten durchbrochen ist. Ventral im Kiemendarm Endostyl, dorsal Epibranchialrinne. Herz ein ventraler Schlauch in einem Herzbeutel, mit wechselndem Schlag. Meistens Hermaphroditen.

Außer der geschlechtlichen Fortpflanzung ist sehr verbreitet die ungeschlechtliche (Generationswechsel): in die Knospengeneration werden Anlagen und Abschnitte der wesentlichen Organe des Muttergeschöpfes mit herübergenommen (9).

#### I. Ordnung: Appendicularien,

(Copelaten, Perennichordaten).

Pelagische Formen mit persistierender Chorda im Ruderschwanz. Keine Cellulosehülle, nur vergängliches Gehäuse. Ein Paar Kiemenspalten. Atrium fehlt; Gehirn mit Statocyste. Dorsaler Nervenstrang bis an das Ende des lateral stark komprimierten Schwanzes. After frei, ventral. — **Oikopleura. Kowalevskia. Fritillaria.**

#### II. Ordnung: Ascidiaceen.

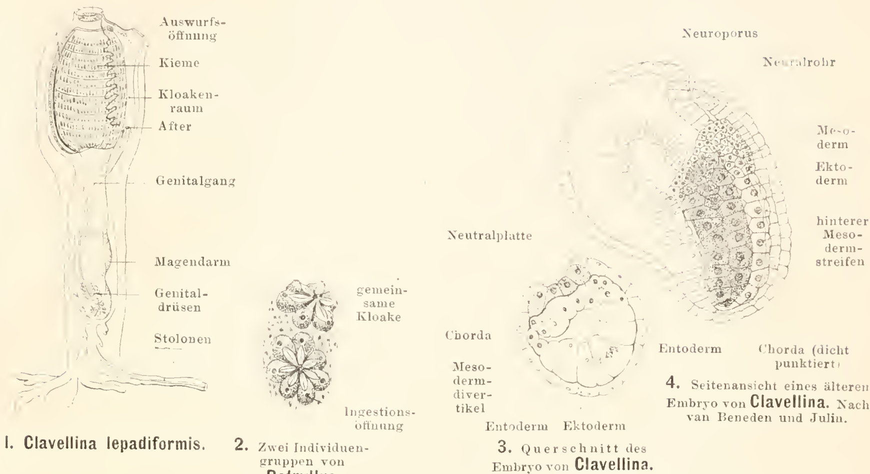
Ascidien.

Die Larven freischwimmend, später festsitzend (Ruderschwanz, Chorda und Nervenrohr werden rückgebildet), Cellulosemantel. Die zahlreichen Spalten des Kiemendarms münden in einen von außen eingestülpten Raum, den Perithoralraum oder Atrium. Dessen Öffnung, aus der Atemwasser abfließt und in die dorsaler After und Geschlechtsöffnungen münden (Kloake), ist die Egestionsöffnung. Über dem Kiemendarm dorsales Hirnganglion mit Hypophysendrüse und primitivem Auge. — Die Entwicklung der Ascidien zeigt mannigfache Übereinstimmung mit der des Amphioxus; doch werden einige Organe wieder rückgebildet, sobald die Larve sich festgesetzt hat (3—8).

1. Unterordnung: ***Monascidien.*** Einzelnlebende Tiere. **Ascidia, Phallusia, Cynthia, Clavellina.**

2. Unterordnung: ***Synascidien.*** Kolonien mit gemeinsamem Mantel und oft gemeinsamer Kloake. **Botryllus.**

3. Unterordnung: ***Pyrosomen,*** Feuerwalzen, freischwimmende Kolonien mit gemeinsamer centraler Kloake und Leuchtorganen. **Pyrosoma.**

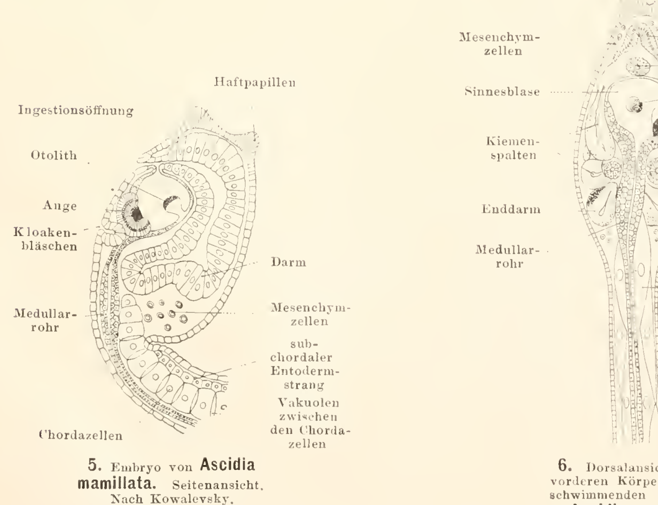



**1. Clavellina lepadiformis.**

**2.** Zwei Individuengruppen von **Botryllus.**

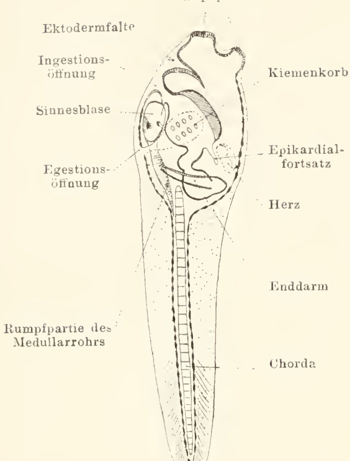
**3.** Querschnitt des Embryo von **Clavellina.** Nach van Beneden und Julin.

**4.** Seitenansicht eines älteren Embryo von **Clavellina.** Nach van Beneden und Julin.

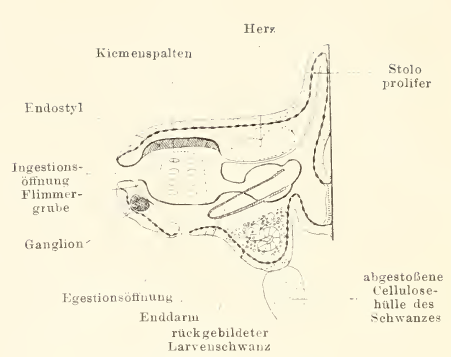



**5.** Embryo von **Ascidia mamillata.** Seitenansicht. Nach Kowalevsky.

**6.** Dorsalansicht des vorderen Körpers einer schwimmenden Larve v. **Ascidia mamillata.** Nach Kowalevsky. Die Chorda ist verdeckt.




7. Larve von **Clavellina**, im Begriff, sich festzusetzen. Schematisch nach Seeliger.



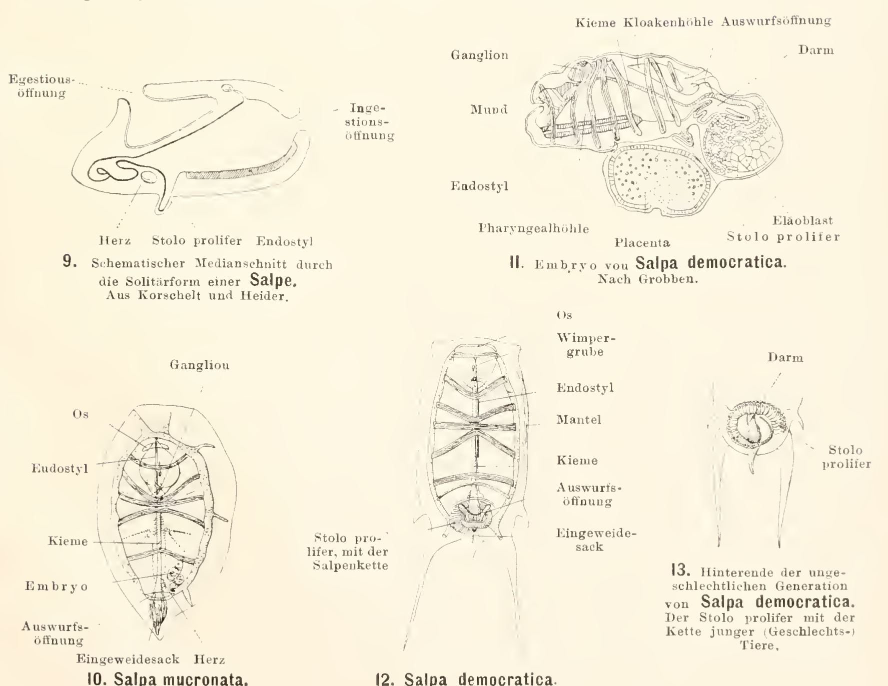

8. Umwandlung einer Larve von **Clavellina** in die festsitzende Form. Schematisch nach Seeliger.

## III. Ordnung: Thaliaceen.

### Salpen.

Pelagische Tunicaten mit rudimentärem Ruderschwanz und Chorda. Tunica permanent, mit Atrium. Kiemendarm vom Atrium durch 2 von Kiemenspalten durchsetzte Scheidewände getrennt (Doliolum) oder die Wand zu einem schmalen Balken reduziert. Eingeweide zum Nucleus zusammengebacken. Geschlechtliche Vermehrung und Knospung alternieren. — **Doliolum** mit kompliziertem Generationswechsel. **Salpa mucronata — democratica** (die beiden Generationen mit verschiedenen Namen belegt).

Aus dem befruchteten Ei geht ein Embryo hervor, welcher mittels seiner Placenta innig mit der Atemhöhlenwand des Muttertieres verwächst, um nach Ausbildung der Organe durch die Egestionsöffnung geboren zu werden. Als rudimentärer Larvenschwanz erscheint der Eläoblast, so daß der Salpenkörper zum größten Teil dem prächordalen Abschnitte der Ascidienlarven entspricht. Schon an den älteren Salpenembryonen ist ein Stolo prolifer, aus welchem die neue Generation durch Knospung hervorgeht, zu erkennen. In dem Stolo prolifer finden sich die Anlagen der Primärorgane als direkte Abkömmlinge der entsprechenden Embryonalorgane bereits vorgebildet (Darm, Peribranchialröhren, Neuralrohr, Genitalstrang); durch quere Einschnürungen erfolgt die Trennung der Individuen, die kettenartig noch lange im Zusammenhang bleiben können. Die zweireihige Anordnung der Knospen an dem Salpenstolo ist das Resultat einer seitlichen Verschiebung und gleichzeitigen Rotation der Knospe um ihre Längsachse.




**9.** Schematischer Medianschnitt durch die Solitärform einer **Salpe.** Aus Korschelt und Heider.

**11.** Embryo von **Salpa democratica.** Nach Grobben.

**10. Salpa mucronata.**

**12. Salpa democratica.**

**13.** Hinterende der ungeschlechtlichen Generation von **Salpa democratica.** Der Stolo prolifer mit der Kette junger (Geschlechts-) Tiere.

## II. Unterstamm: Cephalochordata.

Chorda durchzieht den ganzen Körper bis zum Kopf.

### I. Legion: Acrania.

Das undeutlich vom Rückenmark abgesetzte Gehirn wird von keiner Schädelkapsel umgeben.

### I. Klasse: Leptocardii,

Lanzettfischchen.

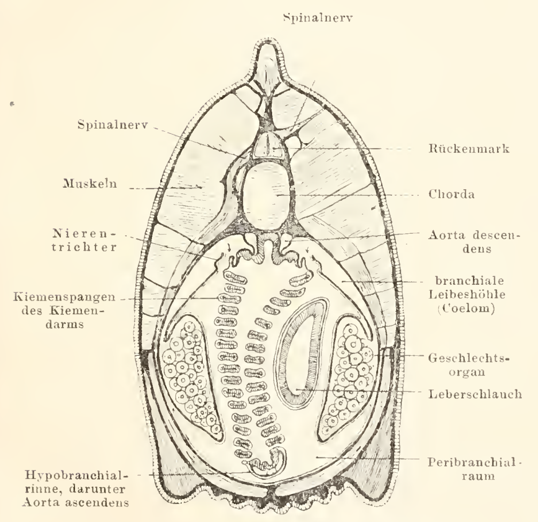
Der Lanzettfisch zeigt die Organisation eines Wirbeltieres in ursprünglicher Form, entbehrt aber noch der Binde- und Stützsubstanzen (Wirbel und Anhänge, Schädel, Polstergewebe), der paarigen Extremitäten, der paarigen Sinnesorgane.

Das vordere Drittel des Darmrohrs ist von schrägen Kiemenspalten durchsetzt, deren Öffnungen in den Peribranchialraum, eine Einstülpung der Außenwelt, führen, welche ventral im Porus branchialis nach außen mündet. Unpaarer Leberschlauch. Am Boden des Kiemenkorbes eine flimmernde „Hypobranchialrinne". Blutgefäßsystem aus dorsaler im Bereich des Kiemendarms paariger Aorta, ventralem Subintestinalgefäß, das durch Sinus venosus in Kiemenarterie übergeht, von der Kiemenbogengefäße abgehen. Lateralvenen durch Queranastomose mit Sinus venosus verbunden. Farbloses Blut. Kein echtes Herz; dagegen pulsieren die Darm-

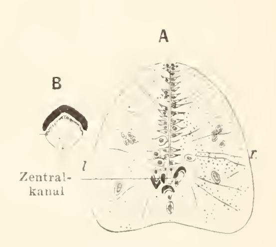
vene, die basalen Anschwellungen der Kiemenarterien. Die Geschlechtskeimstätten metamerisch in der Wand der Peribranchialhöhle. Als Exkretionsorgane funktionieren Vornierenkanälchen mit Solenocyten, welche in die Peribranchialhöhle münden. Die Epidermis bleibt einschichtig. Seitenrumpfmuskulatur segmentiert. Rückenmark mit alternierenden vorderen und hinteren Wurzeln und primitiven Sehorganen. **Branchiostoma (Amphioxus) lanceolatum** im Sand lebend. In der Entwicklung fast schematische Anlage der Primärorgane.

Chorda Nierenkanälchen Rückenmark Muskeln
Auge
After
Mund mit Tentakeln
Kiemenspalten
Geschlechtsorgane Leber Porus des Peribranchialraums

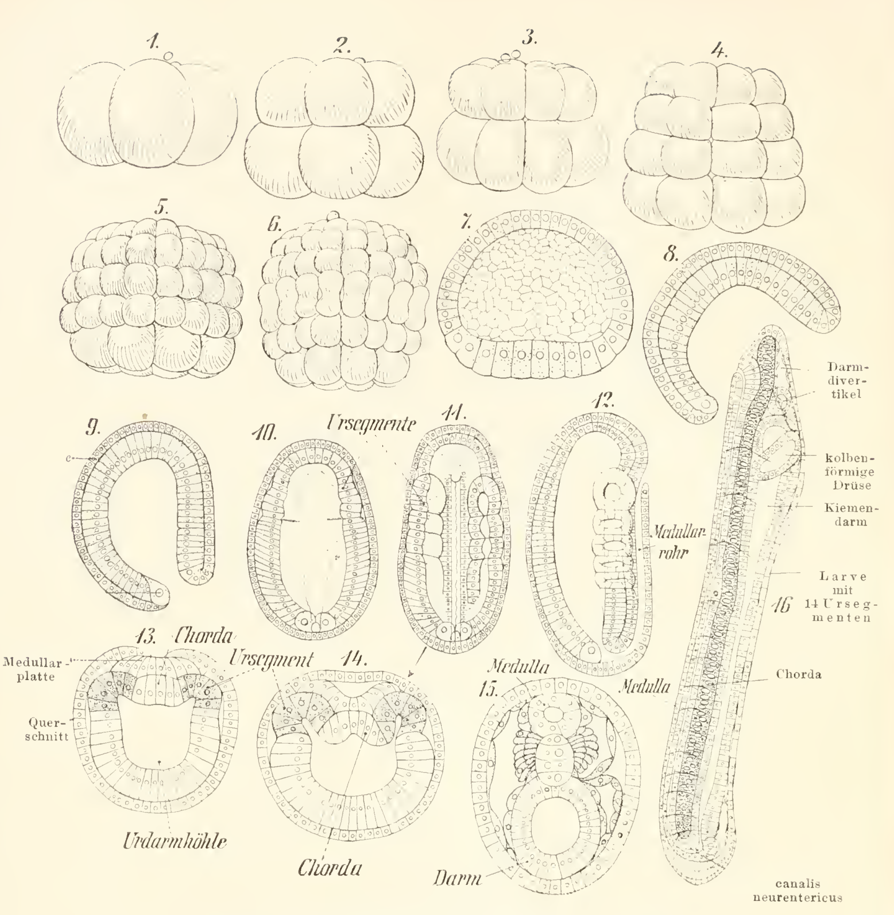
**14. Branchiostoma,** schematisiert nach Boveri.




**15.** Querschnitt durch den Vorderteil von **Branchiostoma.** Nach Ray Lankaster, Boveri und R. Hertwig.




**16.** Querschnitt durch das Rückenmark von **Branchiostoma** mit den Augen. In **B** ein Auge stärker vergrößert. (Nach Hesse.)




**17.** Entwicklung von **Branchiostoma lanceolatum.** (Nach Hatschek.)

1. Vier Blastomeren gleicher Größe.
2. Acht Furchungszellen.
5. 72 Furchungszellen.
7. Halbierte Blastula.
8—9. Optischer Längsschnitt der Gastrula, *e*) Ektoderm.
10. Abschnürung der Ursegmente aus dem Urdarm beginnt.
12. Optischer medianer Längsschnitt, vgl. Fig. 14.
13—15. Querschnitt; das Mesoderm ist durch Punktierung hervorgehoben.
15. Unter dem Medullarrohr die Chorda.
16. Larve im sagittalen Medianschnitt.

## II. Legion: Craniota.

Die eigentlichen Wirbeltiere, deren Gehirn stets in eine Schädelkapsel eingeschlossen.

# A. Systematische Übersicht der Cranioten.

## I. Tribus: Anamnia.

Wirbeltiere, in deren Entwicklung kein Amnion auftritt; dauernd oder vorübergehend Kiemenatmung.

### I. Klasse: Cyclostomen, Rundmäuler.

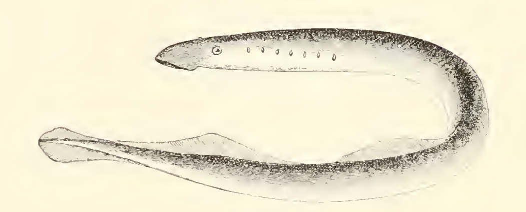
Primitive fischartige Cranioten ohne Kiefer, mit unpaarer Nase und einfachem Knorpelskelett, ohne paarige Extremitäten, mit beutelförmigen Kiemen.

#### I. Ordnung: Petromyzonten

(Hyperoartia), mit blindem Nasensack. Hornzähne in der Mundhöhle. **Petromyzon fluviatilis,** Flußneunauge, Pricke; die Jugendform als Ammocoetes beschrieben; **P. marinus.**

#### II. Ordnung: Myxinoiden

(Hyperotreta); Nasengrube mündet in die Mundhöhle. **Myxine glutinosa,** Schleimaal; marine schmarotzende Hermaphroditen. **Bdellostoma.**



**18. Petromyzon fluviatilis,** Neunauge, Pricke.
Neunauge. Zunge bezahnt. Treten im Herbs aus dem Meere in die Flüsse, laichen hier im April und Mai und sterben dann ab. Jugendform Querder.

# II. Klasse: Pisces.

Wasserbewohner mit paarigen Extremitäten (Flossen), Wirbelsäule, Hautskelett (Schuppen).

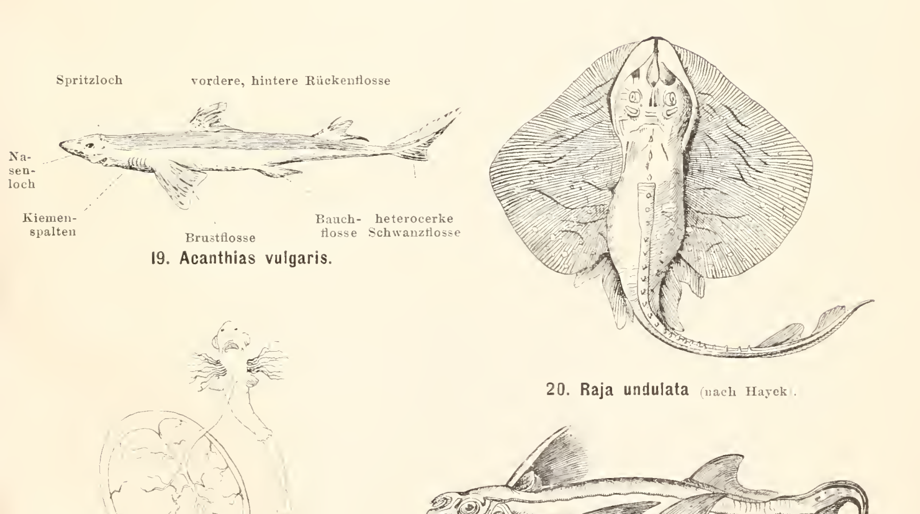
## I. Ordnung: Plagiostomen, Selachier, Elasmobranchier, Haifische.

Marine Raubfische, mit Knorpelskelett und Plakoidschuppen. Innenfläche des Enddarms durch eine Spiralfalte vergrößert; Schwimmblase fehlt. Eier mit großem Nährdotter.

1. Unterordnung: ***Squaliden,*** Haie, mit drehrundem Körper: **Acanthias vulgaris. Carcharias glaucus,** Menschenhai. **Mustelus laevis** der sog. „glatte Hai des Aristoteles“, vivipar. Der Embryo heftet sich mittels des gefäßreichen Dottersackes an die Uteruswand (Dottersackplacenta).

2. Unterordnung: ***Rajiden,*** Rochen. Die Brustflossen breiten sich nach vorn und hinten aus und verwachsen mit Kopf und Rumpf. Körper abgeplattet. Schutzfärbung auf der Rückenfläche. **Raja clavata,** mit großen dorsalen Schuppenplatten; Europa. **Torpedo marmorata.** Zitterroche, Atlantik bis Indik. Die Muskelmassen zwischen Kopf und Brustflosse sind in elektrische Organe umgewandelt. Vivipar. **Pristis antiquorum,** Sägefisch.

3. Unterordnung: ***Holocephalen,*** Meerkatzen. Abenteuerlich gestaltete Formen mit weitgehenden Verwachsungen der Kopfknorpel. **Chimaera monstrosa.**




**19. Acanthias vulgaris.**

**20. Raja undulata** (nach Hayek).

**21. Chimaera monstrosa** (nach Hayek).

**22.** Schema eines **Haifisch-Embryos.**
Die Eischale ist entfernt. Die äußeren Embryonalkiemen sind fadenförmig und bergen einfache Gefäßschlingen; auf dem großen Nahrungsdotter liegt der Gefäßhof (im Vergleich zur Größe des Embryos ist der Gefäßhof zu klein gezeichnet).

## II. Ordnung: Ganoiden,

Glanzschupper.

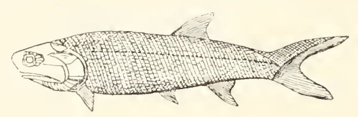
Wenige sehr differente lebende Gattungen, als Reste einer einstmals formenreichen Gruppe. Schuppen meist mit glänzender Oberfläche (Vitrodentin). Bilden in mancher Hinsicht Übergang zwischen Selachiern, Teleostiern und Amphibien.

1. Unterordnung: ***Chondrostei,*** Knorpelganoiden. Skelett knorpelig. **Acipenser sturio,** Stör; **A. huso,** Hausen.

2. Unterordnung: ***Holostei,*** Knochenganoiden. Skelett verknöchert. Lepidostei: **Lepidosteus osseus,** Knochenhecht, Nordamerika. Crossopterygii: **Polypterus bichir,** im tropischen Afrika, als letzter Stammhalter dieser aus dem Devon stammenden Familie. Amiadae: **Amia calva,** mit dünnen Cycloidschuppen. Leiten zu den Knochenfischen hinüber.



**23. Acipenser sturio,** Stör.



**24. Palaeoniscus Freieslebeni,** $^1/_4$.
Kupferschiefer-Formation.

## III. Ordnung: Teleostier.

Knochenfische.



Knöchernes Skelett. Cycloidschuppen. Die unpaaren (medialen) Rücken-, Schwanz- und Afterflosse werden durch Flossenstrahlen gestützt, die entweder starr oder gegliedert, auch pinselartig verästelt sind; demnach unterscheidet man Hartflosser und Weichflosser. Eier mit Nährdotter. Selten vivipar. Einige sind hermaphroditisch, und zwar: 1) Serranus scriba, S. cabrilla, S. hepatus, Chrysophrys aurata meistens, 2) Pagellus mormyrus, Box salpa und Charax puntazzo häufig, 3) Sargus annularis und S. salviani u. a. nur ausnahmsweise.

Die Knochenfische sind eine jüngere Tiergruppe, reich an Arten und Zwischenformen; das Maximum ihrer Entwicklung liegt in der Gegenwart. Ihr Formenreichtum nahm in gleichem Maße zu, wie der der Ganoiden sich verringerte.

1. Unterordnung: ***Physostomi.*** Edelfische. Die Bauchflossen abdominal; die Flossenstrahlen sind gegliedert, Luftgang der Schwimmblase mündet im Schlunde. Schuppen meist cycloid. An 2500 Arten.

Familie **Cyprinoiden. Cyprinus carpio**, Karpfen. **Rhodeus amarus**, Bitterling. Während der Laichzeit wandelt sich die ♀ Geschlechtswarze zu einer elastischen Legeröhre um, mittels welcher die Eier in die Kiemen der Teichmuschel, zumal der Anodonta, gelegt werden, innerhalb deren sie zur Entwicklung gelangen. **Cobitis fossilis,** Schlammpeitzker. In schlammigem Wasser. Das Tier kommt häufig an die Wasserfläche, um Atemluft zu schlucken und bald darauf Kohlensäure durch den After wieder auszustoßen (Darmatmung). Bei nahendem Gewitter wird er zuweilen unruhig, daher als angeblicher „Wetterfisch" in Aquarien gehalten.

Familie **Esociden. Esox lucius**, Hecht. Gefräßiger Raubfisch.

Familie **Salmoniden. Trutta salar**, Lachs, mit Fettflosse, behufs Fortpflanzung aus dem Meere in die Flüsse steigend unter starker Veränderung der Färbung. **Trutta fario**, Forelle.

Familie **Siluroiden**. Welse. **Silurus glanis,** Wels. **Malapterurus electricus,** Zitterwels, im Nil.

Familie **Clupeiden**, marin. **Clupea harengus,** Hering. Bewohnt die Tiefen des Meeres und steigt nur zur Laichzeit gegen die Küsten hinauf. Jedes Meer zeigt Abarten. Im Magen eines Herings fand Möbius die Panzer von 60000 Krebsen (Temora longicornis); den Heringen stellen Schellfische nach, diesen die Delphine. Das ♀ legt an 70000 Eier, welche durch die das Meer streckenweis trübenden Spermatozoen frei befruchtet werden. Vor Ablauf des zweiten Jahres werden die Tiere geschlechtsreif. **Cl. sprattus,** Sprotte.

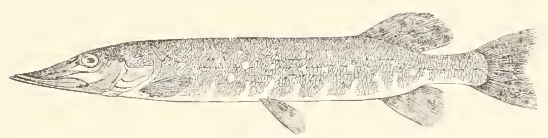
Familie **Apodes.** Bauchflossen rückgebildet. **Anguilla vulgaris,** Aal. Schuppen klein und sehr zart. Die ♂ erreichen nur geringe Größe (ca. 40 cm), verbleiben z. T. im Meere, wo auch die Eiablage der ♀ geschieht. Die bandförmige, durchsichtige Jugendform mit weißem Blut, als **Leptocephalus brevirostris** bekannt, verwandelt sich im Meere in die Aalgestalt (3—4 cm), um dann in massigen Scharen flußaufwärts zu ziehen (Montée). Auch die Muränen weisen solche Metamorphose auf. **Gymnotus electricus,** Zitteraal Südamerikas.



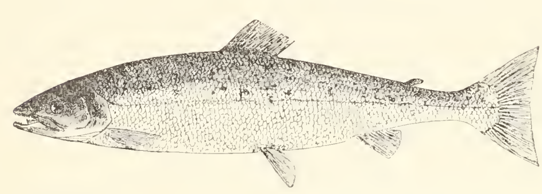
**25. Rhodeus amarus.** Bitterling: das Weibchen während der Laichzeit mit Legeröhre.



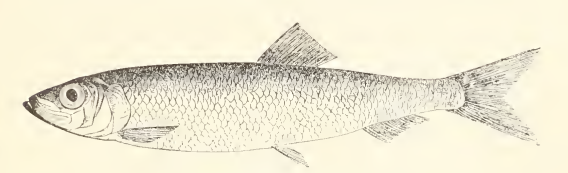
**26. Cobitis fossilis,** Schlammpeitzker. Wetterfisch.



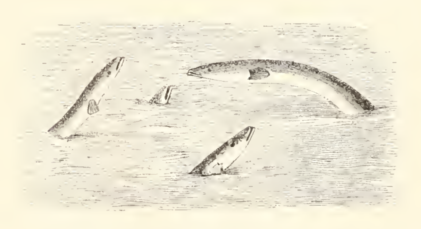
**27. Esox lucius,** Hecht.



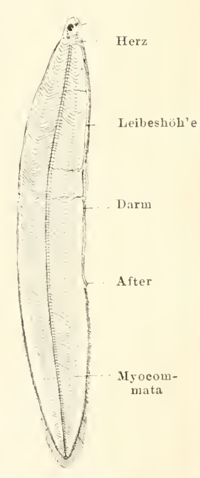
**28. Trutta salar,** Lachs, Silberlachs. Hinter der Rückenflosse liegt die Fettflosse.



**29. Clupea harengus,** Hering.



**30. Anguilla vulgaris,** Aal. Im Schlamme eingegraben. Nach Benecke.



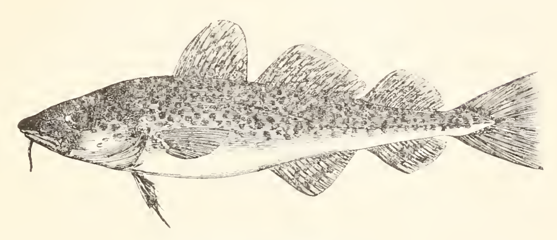

**31.** Junger **Aal,** sog. **Leptocephalus brevirostris,** in natürlicher Größe.

2. Unterordnung: *Anacanthini* (Physoclysti), Weichflosser ohne Luftgang der Schwimmblase. Die Bauchflossen sind vor die Brustflossen gerückt. Die ca. 370 lebenden Arten sind fast alle Meeresbewohner.

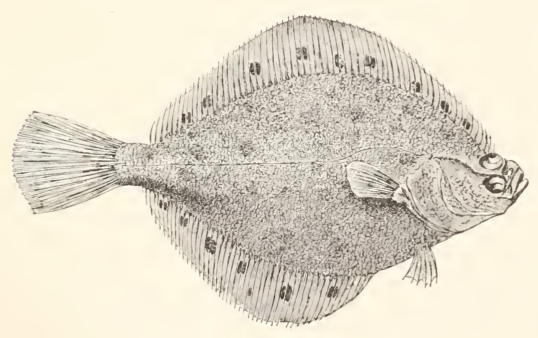
Familie **Gadiden. Gadus morrhua.** Kabeljau, Dorsch, Stockfisch. **G. aeglefinus,** Schellfisch.

Familie **Pleuronectiden.** Die Pleuronectiden schwimmen auf der Seite, die Oberseite zeigt schützende Färbung, die Unterseite ist weiß. Keine Schwimmblase: **Pleuronectes platessa,** Scholle. Nach dem Verlassen des Eies sind die Tiere symmetrisch: nachdem sie 1—1½ cm lang geworden und ihr Körper sich abgeplattet hat, findet eine Drehung des Schädels um seine Längsachse statt, so daß beide Augen auf eine Flachseite zu liegen kommen. Bei der Scholle kommen die Augen rechts, bei der Steinbutte links zu liegen.

Familie **Ophididen. Fierasfer acus,** kriecht in die Kloake von Holothurien.



32. **Gadus morrhua,** Dorsch.



33. **Pleuronectes platessa,** Scholle.

3. Unterordnung: ***Pharyngognathen***, Schlundkiefrige. Untere Schlundknochen (hintere rudimentäre Kiemenbogen) verwachsen.

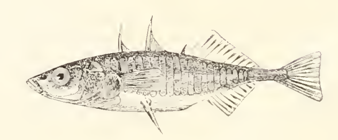
Familie **Labriden**, Lippfische (Hartflosser), der bunte **Crenilabrus pavo**.

Familie **Scomberesociden**. **Exocoetus exiliens**, fliegender Fisch (Weichflosser). Durch 5- bis 20maliges, rasch wiederholtes Aufschlagen der Schwanz- und Flugflossen geraten die Tiere in schnelle Schwebbewegung, die durch Stellung der Flugflossen reguliert wird.

4. Unterordnung: ***Acanthopteri***, Stachelflosser mit meist bruständigen Bauchflossen. Vordere Strahlen der Rückenflosse sind ungegliederte Knochenstäbe. Kein Schwimmblasengang. Meist Ctenoidschuppen. An 3000 Arten lebend. — Zahlreiche Familien, wie **Perciden: Perca fluviatilis**, Flußbarsch. **Gasterosteus aculeatus**, Stichling. Körper ungeschuppt oder (var. trachurus) mit seitlichen Knochenschienen. Zur Laichzeit erhält das Männchen ein farbiges „Hochzeitskleid“ und baut gewöhnlich ein walnußgroßes Nest, in welches ein oder mehrere Weibchen bis 100 Eier ablegen, die dann befruchtet und vom Männchen bewacht und mutig verteidigt werden. — **Serraniden**, Seebarsche: **Serranus scriba**, Zwitter. — **Labyrinthfische: Anabas scandens**, Kletterfisch; der dorsale Raum der Kiemenhöhle mit labyrinthischer Oberfläche wird mit Luft gefüllt und funktioniert als Atemhöhle, solange der Fisch außerhalb des Wassers weilt. — **Blenniiden: Zoarces viviparus**, Aalmutter; vivipar.

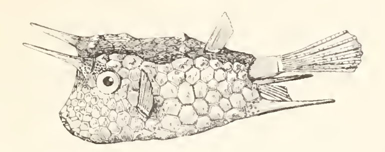


**34.** Nest mit Eiern des **Gasterosteus pungitius.** Nach Landois.



**35. Gasterosteus aculeatus.** Stichling varietas: **trachurus.**

5. Unterordnung: ***Plectognathi***, Haftkiefrige. Gedrungene Seefische. Oberkiefer mit dem Schädel verwachsen. Oft gepanzert. — **Diodon**, mit erweiterbarem Kehlsack zum Schlucken von Luft. **Ostracion**, Kofferfisch.



**36. Ostracion cornutus**, Kofferfisch. Die Hautschuppen sind zu einem unbeweglichen Panzer zusammengefügt; Bauchflossen fehlen.

6. Unterordnung: ***Lophobranchier***, Büschelkiemer; marin. Die Männchen mit gefäßreicher Hauttasche als Brutsack für die Eier. **Syngnathus acus**, Seenadel. **Hippocampus**, Seepferdchen. **Phyllopteryx**: mit den schlotternden Hautanhängen gleichen die Tiere gewissen Seealgen.



**37. Syngnathus**, Seenadel.




**38. ♂ Hippocampus**, mit Bruttasche. Nach Schmarda.



**39. Phyllopteryx eques.**

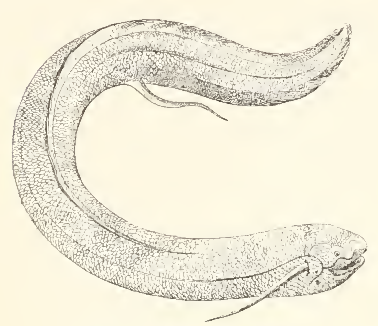
## 4. Ordnung: Dipnoer,

Lungenfische.

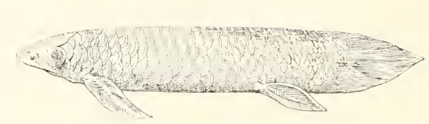
Tropische Süßwasserfische, welche sich während der Dürre in den Schlamm eingegraben halten und in diesem Sommerschlafe durch die Schwimmblase (Lungen) atmen. Wenige rezente Formen.

1. Unterordnung: ***Dipneumones,*** mit paariger Lunge: **Lepidosiren paradoxa** in Südamerika. **Protopterus annectens** in Afrika.

2. Unterordnung: ***Monopneumones,*** einfache Lunge mit Innenleisten: **Ceratodus Forsteri** in Flüssen Australiens.



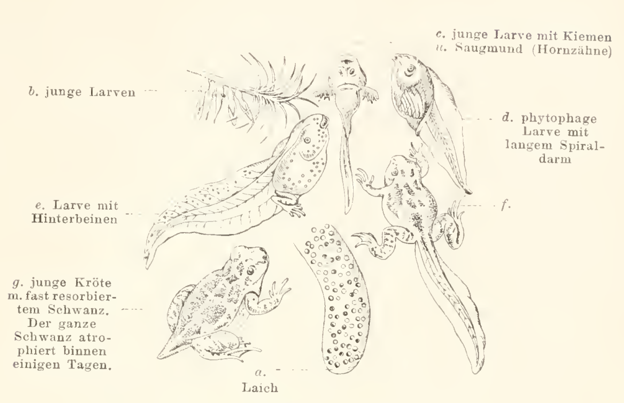
40. Lepidosiren paradoxa.



41. Ceratodus miolepis.

# III. Klasse: Amphibien, Lurche.

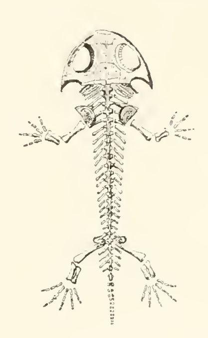
Im Gegensatz zu den Fischen als echten Schwimmern benutzen die Lurche nur in untergeordnetem Grade ihre paarigen Extremitäten zum Schwimmen; dementsprechend sind dieselben zu pentadaktylen Stütz- und Schreitorganen umgestaltet. Kiemen sind stets wenigstens im Larvenzustande vorhanden. Daneben oder ausschließlich Lungenatmung. Entwicklung mit Metamorphose.




**42.** Metamorphose von **Pelobates fuscus**, Knoblauchskröte.

## I. Ordnung: Stegocephalen.

Ausschließlich fossile, primitive Amphibien mit Panzerplatten am Bauch oder am Thorax. — **Branchiosaurus. Archegosaurus.**



**43. Branchiosaurus amblystoma,** $^3/_4$. Restauration einer Larve mit den Kiemenbogen. Nach Credner.

## II. Ordnung: Urodelen,

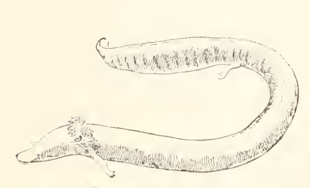
Schwanzlurche.

Amphibien von fischartigem Habitus mit Schwanz.

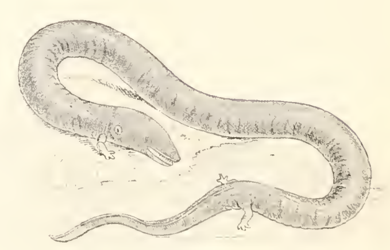
1. Unterordnung: ***Perennibranchiata,*** mit 2—3 Paar Dauerkiemen und Kiemenspalten. **Proteus anguineus,** Olm, in den Höhlen des Karst; das Auge wird rückgebildet, die Linse vollständig resorbiert. **Necturus maculatus.**

2. Unterordnung: ***Derotremen,*** die Hautkiemen schwinden allmählich, das Kiemenloch persistiert: **Megalobatrachus maximus,** Riesensalamander.

3. Unterordnung: ***Salamandrinen,*** Kiemen und Kiemenspalten schwinden: **Triton,** Molch, mit Ruderschwanz. **Salamandra maculosa**, gefleckter Erdsalamander; **S. atra,** beide vivipar. **Amblystoma tigrinum** mit normal neotenischer Larve **Siredon pisciformis** Axolotl.



**44. Proteus anguineus.**



**45. Amphiuma tridactylum** (nach Brehm).

## III. Ordnung: Anuren, Batrachier,

Froschlurche.

Im erwachsenen Zustand schwanzlos und kiemenlos. Die geschwänzte Larve (Kaulquappe) hat einen engen, mit Hornzähnen besetzten Mund für Pflanzenkost; zu den äußeren Hautkiemenbüscheln gesellen sich später innere Kiemen in den Schlundtaschen, welche von einer Hautfalte bis auf ein kleines Atemloch (Spiraculum) überwachsen werden; endlich schwinden äußere, innere Kiemen und Atemloch.

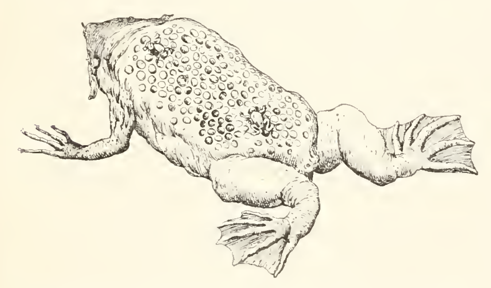
1. Unterordnung: ***Hyliden,*** Baumfrösche. Zehen mit Haftscheiben: **Hyla arborea,** Laubfrosch. **Hylodes.**

2. Unterordnung: ***Raniden,*** Hinterfüße mit Schwimmhaut. ♂ mit lateralen Stimmsäcken der Mundwand, mit Drüsenwulst des Daumens. Zunge als Fangapparat nach außen schlagend: **Rana esculenta,** grüner Wasserfrosch, **R. temporaria,** brauner Grasfrosch.

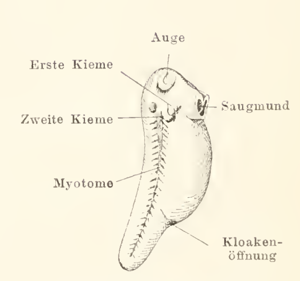
3. Unterordnung: ***Pelobatiden.*** Zwischen Fröschen und Kröten stehend. **Bombinator igneus,** Unke. **Pelobates fuscus,** Knoblauchskröte; die Kaulquappen erreichen bedeutende Größe.

4. Unterordnung: ***Bufoniden,*** echte Kröten. **Bufo vulgaris,** Feldkröte.

5. Unterordnung: ***Aglossa,*** Zunge und Zungenbein verkümmert: **Pipa americana,** Wabenkröte; die Eier kommen in wabenartigen Zellen der Rückenhaut zur Entwicklung.



**46. Pipa americana** ♀. Die Eier entwickeln sich in Hautzellen des Rückens zu vierbeinigen Fröschchen. — Die Finger mit Warzen.




**47.** Kaulquappenstadium von **Rana,** nach dem Ausschlüpfen.

## 4. Ordnung: Gymnophionen,

Blindwühler.

Wurmförmig, ohne Extremitäten. Drei Hautkiemenpaare und Schlundtaschen während des Eilebens. Haut weich, mit kleinen Schuppen. **Coecilia gracilis**, Südamerika. **Ichthyophis glutinosus.**



48. Embryo von **Ichthyophis glutinosus**, mit drei Paar Kiemen und Dotter. Nach Sarasin.



49. **Coecilia compressicauda**, aus dem Ei genommen. Hinter dem Kopfe zwei gefäßreiche Atemlappen, welche in natürlicher Lage den Körper umschließen. Nach Sarasin.

## II. Tribus: Amniota.

Cranioten mit Bildung von Amnion und Allantois in der Entwicklung und Metanephros.

## I. Klasse: Reptilien.

Kriechtiere mit stark verhornter Haut. Land- oder Wasserbewohner. Poikilotherm. Relativ formenarm im Verhältnis zum Reichtum in früheren Erdperioden.

### I. Unterklasse: Lepidosaurier.

Reptilien mit Hornschuppen der Haut und querer Kloakenspalte.

#### I. Ordnung: Rhynchocephalen.

Diese ältesten Vertreter der Reptilien sind auch noch durch eine einzige lebende Gattung **Sphenodon (Hatteria)**, vertreten. Eidechsenähnliche Tiere von primitivem Bau.

**II. Ordnung: Saurier, Lacertilier,** Echse, Eidechsen.

Extremitäten vorhanden; wenn rückgebildet, noch Rudimente.

1. Unterordnung: ***Crassilingues*** mit dicker, nicht vorstreckbarer Zunge. **Draco volans**, die durch verlängerte Rippen gestützten Hautfalten dienen als Fallschirm. **Iguana.**

2. Unterordnung: ***Ascalaboten.*** Eidechsen mit gekörnter Haut und Haftlappen an den Zehen. **Tarentola mauritanica**, Gecko.

3. Unterordnung: ***Brevilingues,*** Zunge kurz, Extremitäten kurz oder fehlend. **Anguis fragilis**, Blindschleiche, vivipar. **Pseudopus Pallasii**, mit Knochenschüppchen in der Haut.

4. Unterordnung: ***Fissilingues;*** Zunge lang vorstreckbar, zweispitzig. **Lacerta agilis, L. vivipara. Varanus.**

5. Unterordnung: ***Vermilingues,*** Zunge weit vorschnellbar, mit Chromatophoren in der Haut: **Chamaeleo vulgaris.**

6. Unterordnung: ***Annulaten;*** Haut ohne Schuppenbildung, nur gefeldert. Hinterfüße fehlen stets. Schlangenähnlich. **Amphisbaena.**

**III. Ordnung: Ophidier.** Schlangen.

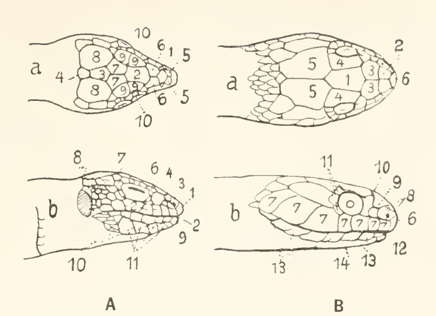
Eine junge Gruppe mit vielen stark variierenden Formen. Der Körper wird getragen von den durch Ligamente verbundenen, knorpeligen Rippenenden. Extremitäten fehlen oder die hinteren ganz rudimentär. Ovipar, ovivivipar oder vivipar.

1. Unterordnung: ***Angiostomen,*** Gaumenapparat unbeweglich; von Insekten lebend. **Typhlops**, blind, in der Erde wühlend.

2. Unterordnung: ***Colubriformen,*** teils ungiftig: **Tropidonotus natrix**, Ringelnatter; gute Schwimmerin; teils giftig: ***Opisthoglypha*** und ***Proteroglypha,*** mit gefurchten Giftzähnen im Oberkiefer: **Naja haje**, Kleopatraschlange. **Naja tripudians**, Brillenschlange; die vorderen Rippen sind aufrichtbar. **Hydrophis**, indischer Ozean, Nasenlöcher mit Schließklappen.

3. Unterordnung: ***Peropoden,*** ungiftig, mit Extremitätenstummeln hinten. **Python, Boa**, Riesenschlangen.

4. Unterordnung: ***Solenoglypha,*** mit dreieckigem Kopfe und röhrenförmigem Giftzahn auf der kleinen Maxille: **Vipera berus**, Kreuzotter. **Crotalus durissius**, Klapperschlange, mit klappernden Hornringen am Schwanzende.




**50.** Kopfbeschilderung **A** von **Lacerta agilis**, **B** von **Tropidonotus natrix.** **a** von oben, **b** von der Seite.
(Aus Leunis-Ludwig)

**A. a.**
1 Internasale
2 Frontale
3 Interparietale
4 Occipitale
5 Supranasale
6 Frontonasale
7 Frontoparietale
8 Parietale
9 Supraoculare
10 Supraciliare

**A. b.**
1 Rostrale
2 Supralabiale
3 Nasofrenale
4 Frenale
5 Frenooculare
6 Praeoculare
7 Postoculare
8 Temporale
9 Mentale
10 Sublabiale
11 Submaxillare
12 Collare

**B. a.**
1 Frontale
2 Internasale
3 Praefrontale
4 Supraoculare
5 Parietale
6 Rostrale
7 Supralabiale
8 Nasale
9 Frenale
10 Praeoculare
11 Postoculare
12 Mentale
13 Sublabiale
14 Inframaxillare

## II. Unterklasse: Hydrosaurier.

Im Wasser lebende Reptilien mit längsgestellter Kloakenspalte und meist verknöchertem Hautpanzer.

### I. Ordnung: Crocodilier.

Krokodile.

Haut mit knochigen und verhornten Schildern. Schädel fest gefügt. — **Crocodilus**. -- **Alligator**, Amerika. — **Gavialis**, Schnauze verlängert, Indien.

### II. Ordnung: Chelonier.

Schildkröten.

Die Cutis bildet große Knorpel- und Knochenplatten, die mit der Wirbelsäule und den Rippen zum Rückenschild (Carapax) und Bauchschild (Plastron) verwachsen. Epidermis zu Hornplatten verdickt (Schildpatt).

**Trionyx ferox**. Epidermis des Körpers und des Mundrandes lederartig, die dreizehigen Füße mit Schwimmhaut. — **Chelone imbricata**, Karettschildkröte. Knochenkapsel flach und unvollkommen, Füße sind Ruderplatten; ozeanisch. — **Emys**, Sumpfschildkröte, mit vollkommenem Hautpanzer. Europa und Nordafrika. — **Testudo**, Landtier mit Gangfüßen und hochgewölbtem Rückenschilde, Zehen bis an die Nägel verwachsen.

Ausschließlich fossil sind die folgenden fünf Ordnungen:

### 1. Theromorphen.

Eine formenreiche Gruppe, mit in Alveolen steckenden Zähnen· Erinnern an niedere Säugetiere. — **Dicynodon**. **Placodus**, der Gaumen mit großen Pflasterzähnen. **Dimetrodon**. **Galeosaurus**, Gebiß raubtierartig.

### 2. Dinosaurier.

Körper lang geschwänzt. — **Megalosaurus**, gigantische Formen (Oberschenkel bis 1 Meter lang). — **Compsognathus**. Schädel vogelartig, bezahnt. — **Stegosaurus**. Das aus 4 Wirbeln bestehende Sacrum schließt eine Neuralkammer ein, die wohl 10 mal so groß ist als das winzige Gehirn und deren Größe durch die mächtige Entwicklung der hinteren Extremitäten bedingt ist. Große Panzerplatten auf dem Rücken. — **Triceratops**. Stirnbein mit einem Paar mächtiger Stoßhörner. — **Iguanodon**, bis 5 Meter lang.

### 3. Ichthyosaurier.

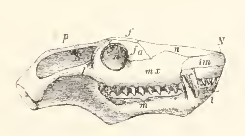
Körper fischartig, ohne Hals; Extremitäten flossenartig, Haut nackt. **Ichthyosaurus** mit Rücken- und Schwanzflosse.

### 4. Sauopterygier.

Marine Schwimmer mit langem Hals und flossenartigen Füßen. **Plesiosaurus**. — **Nothosaurus**.

### 5. Pterosaurier.

Unter außerordentlicher Verlängerung des fünften Fingers ist die Vorderextremität zum Flugorgan umgestaltet; die weiche Flughaut war, ähnlich wie bei den Fledermäusen, bis zu den Hinterfüßen gespannt. — Von Sperlingsgröße bis 6 Meter Spannweite. **Pterodactylus**.

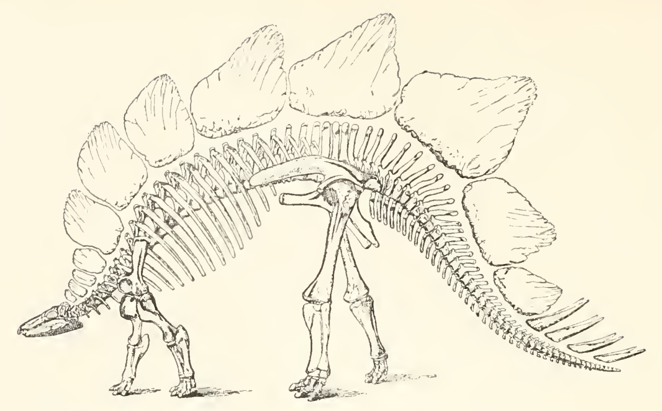



**51. Galeosaurus**, Trias Südafrikas (Theromorpha) Gebiß differenziert.

**A** Augenhöhle
**c** Eckzahn
**f** Frontale
**fa** Praefrontale
**i** Schneidezähne
**im** Praemaxilla
**j** Jugale
**m** Backzähne
**mx** Maxilla
**N** Nasenhöhle
**n** Nasale
**p** Parietale
**S** Schläfenhöhle

Nasenzapfen
Auge
paariger Stirnzapfen
Nasenloch
Rostralbein
Praedentale
Randknochen der Parietalia und Squamosa
Quadratum

**52.** Schädel von **Triceratops**. Obere Kreide. $^1/_{10}$ der Naturgröße. Aus v. Zittel.

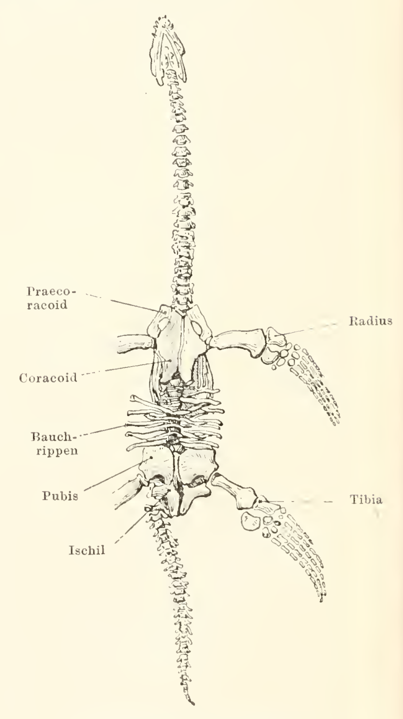


**53. Stegosaurus ungulatus,** $^{1}/_{60}$ der natürlichen Größe. Restauriert. Nach Marsh.




**54. Iguanodon Bernissartensis.**
Kreide.

**co** Coracoid **pp** Postpubis
**is** Ischii **sc** Scapula
**p** Pubis **I—V** Finger und Zehen




**55. Plesiosaurus dolichodeirus,**
unterer Lias. $^{1}/_{18}$.

## II. Klasse: Aves, Vögel.

Im Körperbau den Reptilien sehr nahestehend, deshalb auch mit ihnen als Sauropsiden vereinigt. Vordere Extremität zum Fügel umgebildet. Befiederung.

Mit der **Flugbewegung** ist den Organen des Vogelkörpers ein eigenartiger Stempel aufgeprägt; gesteigerte Lebhaftigkeit des Stoffwechsels, hohe Körpertemperatur (homoiotherm).

### Terminologie.

1. **Federn**. Besteht aus Spule, Schaft, Fahne, Kiel, Rami, Radii. Sie stehen in Fluren (Pterylae), dazwischen die federfreien Raine (Apteria).
   a. Konturfedern (Pennae). Steifer Kiel, Radien zur Fahne verbunden.
   b. Flaumfedern (plumae). Radien nicht verbunden. Wenn Kiel fehlt, Dunenfedern, plumulae.
   c. Fadenfedern (filoplumae). Keine Rami. Borsten am Schnabelgrunde heißen Vibrissae.

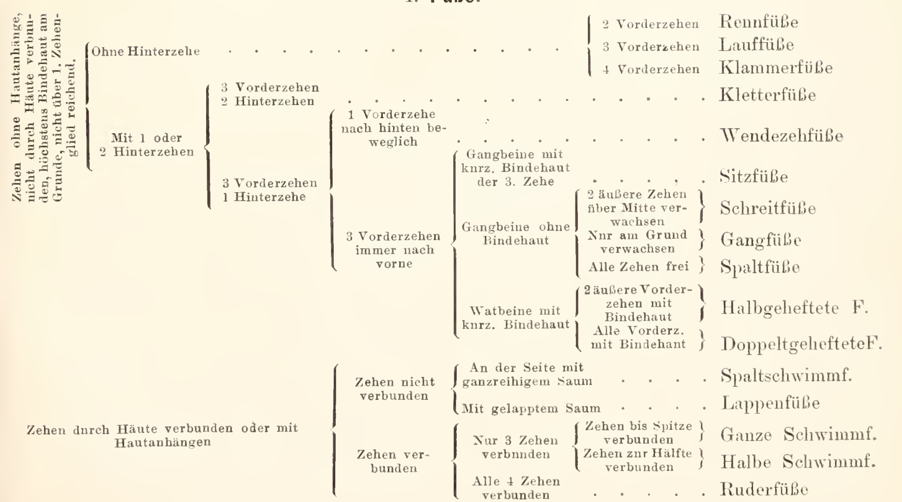
   Am Flügel stehen die Schwungfedern (Remiges), am Schwanz die Steuerfedern (Rectrices).

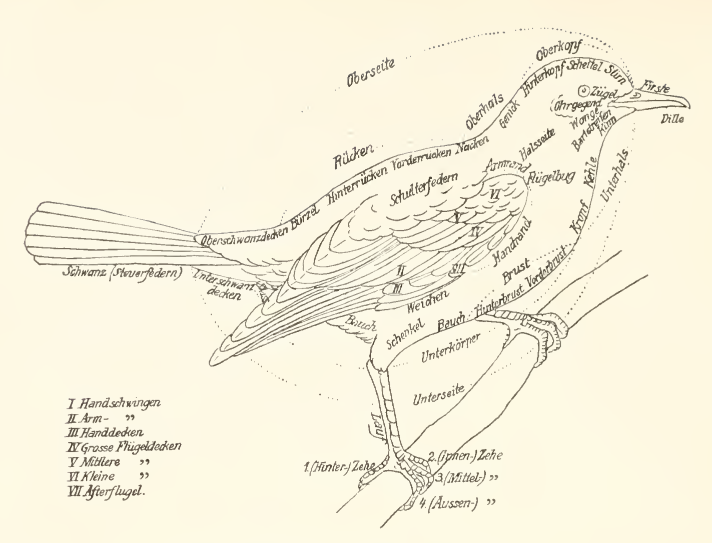
   Die Schwungfedern (Schwingen) sind: Handschwingen, Armschwingen, Schulterschwingen, Eckflügel.
2. **Körperregionen** s. Fig. 56.
3. **Beine**. Befiederung bis zur Ferse . . . . . Gangbeine

   Befiederung nicht bis zur Ferse { Lauf kürzer als der Rumpf — Watbeine; Lauf länger als der Rumpf — Stelzbeine

   Die Hornplatten hinten am Lauf heißen . Stiefel

### 4. Füße.






**56.** Terminologie des Vogelkörpers (nach Reichenow).

a. b. c. d. e. f. g. h. i. k. l.

Fahne

Rhachis

oberer Nabel

Spule

unterer Nabel

**57.** Schwinge einer Taube (aus Parker und Haswell).

**58.** Fuß- und Beinformen der Vögel (aus Leunis-Ludwig).

a. Klammerfuß der Mauerschwalbe mit Wendezehe. b. Stelzenbein mit halbgeheftetem Lauffuß vom Strandreiter. c. Watbein mit doppeltgeheftetem Fuß vom schwarzen Storch. d. Kletterfuß vom Wendehals. e. Schreitfuß vom Eisvogel. f. Sitzfuß vom Falken. g. Gangfuß der Rabenkrähe. h. Ruderfuß vom Pelikan. i. Spaltschwimmfuß vom Steißfuß. k. Watbein mit Lappenfuß vom Bläßhuhn. l. ganzer Schwimmfuß vom weißen Sägetaucher.

Nur fossil sind die **Saururen**, in vielen Punkten eine Stellung zwischen den Reptilien und Vögeln einnehmend. **Archaeopteryx lithographica**. Ferner die bezahnten **Odontornithen**. **Ichthyornis**. **Hesperornis**.



## I. Unterklasse: Ratiten, Cursores,

Laufvögel.

Rückgebildete, des Flugvermögens verlustig gegangene Vögel verschiedener Kontinente. Die vordere Extremität ist klein und wird höchstens als Luftruder beim Laufen verwendet. — Es ist wahrscheinlich, daß verschiedene Gattungen der Laufvögel sich unabhängig voneinander aus guten Fliegern entwickelt haben.

**Struthio camelus**, afrikanischer Strauß, zweizehig (3. und 4. Zehe). **Rhea americana**, Nandu, dreizehig. **Casuarius galeatus**, Helmkasuar. Der Afterschaft ist so groß wie die Feder. **Apteryx**, Kiwi, von Neuseeland. Von Huhngröße, vierzehig. Die Flügel sind stummelförmig. **Dinornis giganteus**, Moa, in historischer Zeit ausgestorben.

## II. Unterklasse: Carinaten.

Sternum mit Kiel. Schwung-, Deck- und Dunenfedern.

### I. Ordnung: Podiciformes,

schwerfliegende Taucher, mit kurzen Schwanzfedern. **Colymbus**. **Podiceps cristatus**, Haubensteißfuß, Nordeuropa.

### II. Ordnung: Impennes,

Flügel mit schuppenartigen Federn, ruderförmig, nur im Schultergelenk beweglich. **Aptenodytes patagonica**, Riesenpinguin.

### III. Ordnung: Procellariiformes,

Dauerflieger mit ganzer Schwimmhaut der drei Vorderzehen. Schnabel tief gefurcht mit Hakenspitze. **Diomedea exulans,** Albatros. Tropische Meere. **Procellaria pelagica,** Sturmschwalbe.

### IV. Ordnung: Lamellirostres

(Anseriformes). Schnabelhaut weich, nur an der Spitze verhornt. Ganze Schwimmhaut der Vorderzehen, Hinterzehe höher gestellt. Zahnähnliche Hornfalten am Schnabelrande. **Cygnus olor,** Schwan. **Anas boschas,** Wildente. **Anser domesticus. Phoenicopterus,** Flamingo.

### V. Ordnung: Ciconiaeformes,

reiherähnliche Stelz- und Schwimmvögel. **Ardea cinerea,** Fischreiher. **Ciconia alba,** Storch. **Ibis religiosa,** Ibis. — **Sula bassana,** Tölpel mit Ruderfüßen (alle 4 Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden).

### VI. Ordnung: Charadriiformes,

Nestflüchter, durchweg gute Flieger. **Charadrius,** Regenpfeifer. **Vanellus cristatus,** Kibitz. **Scolopax,** Schnepfe. — **Larus ridibundus,** Lachmöve; **Sterna hirundo,** Seeschwalbe. — **Alca torda,** Alk, Flügel und Schwanz kurz, Schnabel seitlich komprimiert.

### VII. Ordnung: Gruïformes,

Kranichvögel. **Grus cinerea,** Kranich.

### VIII. Ordnung: Rasores, Galliformes,

Hühnervögel. Die hintere der 4 getrennten Zehen höher stehend; Nägel kurz, Flügel kurz, gerundet. Nestflüchter. **Gallus bankiva. Tetrao urogallus,** Auerhahn. **Pavo cristatus,** Pfau.

### IX. Ordnung: Columbiformes,

Taubenvögel. Nesthocker. Schnabel kurz, nur die Spitze verhornt, an den Nasenlöchern aufgetrieben. **Columba livia,** Felstaube, deren Heimat die Mittelmeerländer. **Didus ineptus,** Dronte, Dodo auf Mauritius, jetzt ausgerottet. Ohne Flugvermögen.

### X. Ordnung: Accipitres,

Tagraubvögel. Oberschnabel hakig gekrümmt, lange gekrümmte Krallen. **Aquila. Astur palumbarius,** Hühnerhabicht. **Falco tinnunculus,** Rüttel- oder Turmfalk. — **Vultur,** Geier. — **Gypogeranus serpentarius,** Sekretär, Schlangentöter,

### XI. Ordnung: Coraciiformes.

Unter diesem Namen begreift man anatomisch einander nahestehende, äußerlich jedoch sehr abweichende Baumvögel, deren Junge blind geboren werden.

**Coracias garrula,** Mandelkrähe. **Alcedo ispida,** Eisvogel. **Upupa epops,** Wiedehopf. — **Caprimulgus europaeus,** Ziegenmelker, Nachtschwalbe. — **Cypselus apus,** Turmschwalbe. — **Trochilus,** Kolibri, mit prachtvollen Metallfarben des männlichen Gefieders. — **Picus martius,** Schwarzspecht. Die lange, mit Widerhaken besetzte Zunge kann weit vorgestreckt werden.

### XII. Ordnung.

Auch die **Eulen** oder **Nachtraubvögel**, **Striges**, werden wohl zu den Coraciiformes gezogen. Ihr weiches Gefieder, der kurze, hakige Schnabel, der breite Hirnschädel und die nach vorn gerichteten Augen kennzeichnen diese Familie. **Strix flammea. Bubo maximus**, Uhu.

Als Repräsentanten besonderer *Ordnungen* werden noch die Gattungen **Cuculus**, Kuckucke, und **Rallus**, Wasserhühner, betrachtet.

### XIII. Ordnung: Psittaci,

Papageien. 2. und 3. Zehe nach vorn, 1. und 4. Zehe nach hinten gerichtet (Kletterfuß). Die Claviculae vereinigen sich nicht zur Furcula. Zunge dick, fleischig. Der Oberschnabel artikuliert durch ein Quergelenk mit den Frontalia, gestattet daher dem Schnabel die beim Klettern erforderlichen, ausgiebigen Exkursionen. **Psittacus erithacus**, Graupapagei. **Cacatua**.

### XIV. Ordnung: Passeres,

Sperlingsvögel. **Passer domesticus**, Sperling. **Corvus frugilegus**, Saatkrähe. **Turdus merula**, Amsel, Schwarzdrossel. **Hirundo rustica**, Rauchschwalbe. **Fringilla coelebs**, Buchfink, so genannt, weil die ♂ gewöhnlich im Winter nicht ziehen. **Sturnus vulgaris**, Star. **Alauda arvensis**, Lerche. — **Menura superba**, Leierschwanz Australiens.

## III. Klasse: Mammalia, Säugetiere.

Cranioten mit hochentwickelter Bezahnung, Haarkleid und Milchdrüsen, die zum Säugen der Jungen dienen. Für die Systematik ist das Gebiß wichtig, dessen Zusammensetzung in einer Zahnformel ausgedrückt wird. $i$ = dens incisivus, $c$ = caninus, $pm$ = praemolaris, $m$ = molaris. Ein vorgesetztes $d$ bedeutet Zahn des Milchgebisses. Man schreibt nur eine Hälfte des Gebisses, von der Medianlinie beginnend, Oberkiefer über, Unterkiefer unter dem Strich.

### I. Unterklasse: Monotremata,

Kloakentiere.

Ovipar. Kloake reptilienartig. Körpertemperatur 25°—28° C.
**Ornithorhynchus paradoxus**, Schnabeltier. Hornzähne. — Östliches Australien und Tasmanien.

**Echidna hystrix**, Ameisenigel. Mund klein, Zunge lang. — Neu-Guinea, Australien, Tasmanien.

### II. Unterklasse: Marsupialier,

Beuteltiere (Didelphia. Implacentalia).

Die Jungen werden nach etwa achttägigem Uterinleben in unentwickeltem Zustande geboren und in dem, bis 15 Zitzenpaare tragenden Brutbeutel monatelang getragen. — Alle lebenden Beuteltiere sind australisch, mit Ausnahme der amerikanischen Gattung Didelphys.

#### I. Ordnung: Polyprotodontia.

Fleisch- und Insektenfresser mit vollständigem Gebiß; i $\frac{4-5}{3-4}$; Eckzähne spitz, bisweilen zweiwurzelig; Backzähne 6—12.

**Myrmecobius**. Spitzbeutler. $\frac{4 \,.\, 1 \,.\, 3.\, 5-6}{3 \,.\, 1 \,.\, 3,\, 5-6}$. **Perameles**, Beuteldachs. **Dasyurus**, Beutelmarder, alle drei australisch. — **Didelphys**, Opossum, amerikanisch.

#### II. Ordnung: Diprotodontia.

Pflanzenfresser: i $\frac{3-1}{1}$; Eckzähne fehlen oder sind schwach entwickelt. Ausschließlich australisch. Unter den fossilen einige von gewaltiger Größe.

**Hypsiprymnus**, Känguruh-Ratte, $\frac{3.1.1,0}{1.0.1,4}$. — **Phalangista**. — **Makropus**, Känguruh. — **Phascolomys wombat**, nagerähnlich; Schneidezähne nur außen mit Schmelz bedeckt. $\frac{1.0.1.4}{1.0.1.4}$; der P wird nicht durch einen Ersatzzahn verdrängt.

## III. Unterklasse: Placentalier,

Embryonalentwicklung mit Placenta.

### I. Ordnung: Edentaten (Bruta), Zahnarme.

Eine vielgestaltige Gruppe, welche die sonderbarsten Anpassungen aufzuweisen hat. Gebiß meist nur aus prismatischen, schmelzlosen Backzähnen bestehend, zuweilen fehlend; Ersatzkeime gelangen nie zum Durchbruch. Sichelförmige, komprimierte Krallen. Haut mit Haaren, Hornschuppen oder Knochenschildern. Mit Ausnahme von Orycteropus und Manis sind sämtliche amerikanisch; fossil seit dem Eocen.

1. Unterordnung: ***Manitherien.*** Altweltliche Edentaten. **Manis**, Schuppentier, **Orycteropus**, Kapschwein.

2. Unterordnung: ***Bradytherien***, amerikanisch. **Dasypus**, Gürteltier. **Myrmecophaga**, Ameisenbär, mit wurmförmiger Zunge. **Bradipus**, Faultier.

### II. Ordnung: Insektivoren, Insektenfresser.

Gehören zu den ursprünglichen Säugetierformen und zeigen vielfach noch primitive Merkmale: kleiner Körper, verlängerte Gesichtspartie, kleine Nasenöffnungen; im Gebiß J kegelförmig, meist lückenständig, C meist klein, Backzähne spitzig, einander gleichend. — Artenreich in der Gegenwart; fehlen in Südamerika. Discoplacenta.

**Talpa europaea**, Maulwurf, $\frac{3.1.4,3}{3.1.3,3}$. — **Sorex**, Spitzmaus. — **Erinaceus europaeus**, Igel, $\frac{3.1.3,3}{2.1.2.3}$.

### III. Ordnung: Chiropteren, Fledermäuse.

Seitenast der Insektivoren. Flattertiere mit verlängerter Hand und Flughaut; nur der Daumen ist kurz und bekrallt. Milchgebiß vor der Geburt resorbiert. Eckzahn kräftig; Backzähne spitzig, bei den Frugivoren stumpfspitzig. Discoplacenta.

**Vespertilio**, **Vesperugo**, **Rhinolophus**. **Pteropus edulis**. fliegender Hund. fruchtfressend. Ostindische Inseln.

### IV. Ordnung: Carnivoren, Raubtiere.

Fleischfresser oder Omnivoren mit großem gefurchten Gehirn. Gebiß vollständig. mit Zahnwechsel. J $\frac{3}{3}$, selten $\frac{2}{2}$; C groß: P spitz und schneidend; letzter Prämolar oben und erster Molar unten zum mächtigen Reißzahn entwickelt. Fünf- oder vierzehig, Endphalangen zugespitzt, bekrallt. Zonoplacenta.

1. Unterordnung: ***Fissipedier,*** Landraubtiere. **A. Caniden. Canis familiaris.** $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\frac{3}{3}$. — **B. Viverriden. Viverra,** Zibethkatze. M $\frac{2}{2-1}$. — **C. Ursiden**, Bären. Sohlengänger. **Ursus** P $\frac{4-3}{4-3}$, M $\frac{2}{2-3}$; Reißzahn flach. **D. Musteliden. Mustela martes**, Marder. **E. Hyaeniden. Hyaena** P $\frac{4}{3}$, M $\frac{1}{1}$. **F. Feliden,** Katzenartige. **Felis** P $\frac{3}{2}$, M $\frac{1}{1}$.

2. Unterordnung: ***Pinnipedien,*** Flossenraubtiere. Marine Fischfresser mit Flossenfüßen. Gehirn groß und stark gefurcht. J $\frac{3-2}{2-1}$, klein, fallen oft frühe aus; Canini mäßig stark; Backzähne gleichartig. Der Zahnwechsel vollzieht sich oft während des Embryonallebens.

**Phoca vitulina**, Seehund; nördliche Meere. — **Trichechus rosmarus,** Walroß. Milchgebiß $\frac{3.1.4}{3.1.4}$; Dauergebiß $\frac{1.1.5}{0.1.5}$, obere Eckzähne gewaltig groß.

Als Vorfahren der Raubtiere gelten die **Kreodontien**, Urfleischfresser, ausgestorbene, im Eocän bis Oligocän verbreitete Formen. Das Hirn klein und schwach gefurcht. — Milchgebiß vollständig, Dauergebiß ursprünglich $\frac{3.1.4,3}{3.1.4,3}$. Keine Reißzähne. — **Mesonyx**, Eocän Nordamerikas. **Hyaenodon,** Oligocän Europas und Nordamerikas.

## V. Ordnung: Rodentien, Glires. **Nagetiere**

$\frac{1(2)}{1}\ \frac{0}{0}\ \frac{2-6}{2-6}$; J wurzellos, sich zur Meißelform abkauend; Milchgebiß rudimentär. Das Mandibulargelenk ist in der Regel sagittal gestellt. Zehen mit Krallen, seltener mit hufartigen Nägeln. Discoplacenta.

1. Unterordnung: ***Simplicidentata.*** *Sciuromorpha:* **Sciurus vulgaris**, Eichhörnchen. **Castor fiber**, Biber. — *Myomorpha:* **Mus musculus**, Hausmaus. **M. decumanus**, Wanderratte. — *Hystriomorpha:* **Hystrix**, Stachelschwein. **Hydrochoerus capybara**, Wasserschwein Südamerikas.

2. Unterordnung: ***Duplicidentata.*** J $\frac{2}{1}$. **Lepus timidus**, Hase.

Als Vorläufer der Nagetiere können die eocänen nordamerikanischen **Tillodontien** betrachtet werden: C sind noch vorhanden, aber wenigstens ein J ist Nagezahn. Das Gehirn war sehr klein und glatt. — **Tillotherium** $\frac{2.1.3,3}{2.1.2,3}$.

## VI. Ordnung: Ungulaten, Huftiere.

Gebiß diphyodont; Backzähne bunodont oder lophodont. Zehenspitzen in Hufen. Placenta diffusa.

1. Unterordnung: ***Perissodactylen,*** Unpaarhufer. Die Mittelzehe ist vorwiegend entwickelt; meist $\frac{3-4}{3}$, bisweilen bis $\frac{1}{1}$ Zehen. Backzähne ursprünglich heterodont und bunodont (für gemischte Nahrung geeignet), meist jedoch schon homoiodont und lophodont.

A. *Tapiriden* $\frac{3.1.4-3.3}{3.1.4-3,3}$. Backzähne brachyodont (Wurzelzähne). Vorne 4, hinten 3 Zehen. — **Tapirus** in beiden Welten.

B. *Rhinocerontiden.* Schneide- und Eckzähne fehlen häufig. Vorn und hinten 3 Zehen. — **Rhinoceros** $\frac{1.0.4,3}{1.1.3,3}$. Indien.

C. *Equiden,* Pferdeähnliche. Vorn und hinten 1 Zehe und Rudimente von 2 und 4. $\frac{3.1.4-3,3}{3.1.4-3,3}$; bei den Backzähnen herrscht die Tendenz zur Homoiodontie (Isodontie, Gleichartigkeit der Zähne) und zugleich zur Umwandlung der anfänglich mehrwurzeligen in hohe, prismatische wurzellose (hypselodonte) Backzähne, als Anpassung an das mit Sand untermischte Grasfutter, welches rasche Abnutzung bewirkt. — **Equus caballus**, Pferd, $\frac{3.1.3.3}{3.1.3.3}$, mit gut erhaltener paläontologischer Ahnenreihe.

2. Unterordnung: ***Artiodactylen,*** Paarhufer. Zehen paarig, 3. und 4. Finger verlängert. Gebiß vollständig, doch können J und C, namentlich im Oberkiefer, fehlen; Backzähne bunodont, bunolophodont oder selenodont; ursprünglich 44 Zähne.

1. *Bunodontien.* A. *Suiden,* Schweine. — **Sus**, paläarktisch; untere J wurzellos, verlängert und schief nach vorn gerichtet. Gebiß bunodont (omnivor). $\frac{3 . 1 . 4, 4}{3 . 1 . 4, 3}$. — **Phacochoerus**, afrikanisch. — **Babirussa**, äthiopisch. — **Dicotyles**, amerikanisch. $\frac{2 . 1 . 3, 3}{2 . 1 . 3, 3}$.

B. *Hippopotamiden,* Flußpferde. **Hippopotamus amphibius**, Nilpferd.

2. *Selenodontien* oder *Ruminantien*, Wiederkäuer. Backzähne selenodont, mit je 4 paarweisen, halbmondförmigen, sagittalstehenden Falten der Kaufläche. Magen kompliziert.

A. *Cameliden*, Gebiß reduziert. — **Camelus** $\frac{1 . 1 . 3, 3}{3 . 1 . 2, 3}$.

B. *Cavicornia*, eine altweltliche, im Obermiocän beginnende Gruppe mit stark verhornenden Knochenzapfen der Stirnhaut, meist in beiden Geschlechtern. $\frac{0 . 0 . 3, 3}{3 . 1 . 3, 3}$, Backzähne prismatisch. — **Bos taurus**, Rind. — **Ovis aries**, Schaf. — **Antilope.** Blütezeit der Entwicklung die Gegenwart.

C. *Cerviden*, hirschähnliche, $\frac{0 . 0-1 . 3, 3}{3 . 1 . 3 (4), 3}$. Backzähne selenodont, niedrig, mehrwurzelig. Lange Ethmoidalregion, daher der Schädel gestreckt erscheint. — **Cervus elaphus**, Edelhirsch.

D. Die artenarmen Gruppen der *Camelopardaliden* (**Camelopardalis giraffa**, Giraffe), *Traguliden* und *Moschiden.*

Die altertümlichsten fossilen Stammformen der Huftiere sind die *Condylarthren* mit kleinem glatten Gehirn, $\frac{5}{5}$ Zehen, bunodonten Wurzelzähnen und langem Schwanz. — Ihre Vorahnen waren vermutlich die Kreodontien.

**Phenacodus.** Schädel niedrig, mit langen Nasenbeinen. Gehirn mit großen Riechlappen, großem Hinterhirn, aber kleinen Hemisphären. Das Gebiß spricht für omnivore Ernährung. Von Doggen- bis Tapirgröße.

Als Abkommen der Condylarthra sind die im Tertiär bis Diluvium Südamerikas aufgefundenen ***Toxodontia*** zu betrachten: **Toxodon, Nesodon,** sowie auch die auf das Eocän Nordamerikas beschränkten ***Amblypoda:*** **Dinoceras.** Beide Ordnungen weisen Arten von gigantischer Größe, aber sehr kleinem Gehirn auf.

## VII. Ordnung: Proboscidien.

Mächtige, fünfzehige Rüsseltiere. — Nur 1 Paar starker Schneidezähne, bald in beiden, bald nur in einem der Kiefer; Eckzähne fehlen; Backzähne lophodont, meist mit zahlreichen Querjochen. — Die ältesten Formen waren noch kurzbeinig.

**Dinotherium**, im Miocen von Europa und Ostindien, obere J fehlen. Zahnwechsel normal. $\frac{0\,.\,0\,.\,2,\,3}{1\,.\,0\,.\,2,\,3}$. — **Mastodon**, alte und neue Welt; Milchgebiß $\frac{1}{1-0}\,\frac{0}{0}\,\frac{3}{3}$; Dauergebiß $\frac{1}{1-0}\,\frac{0}{0}\,\frac{3-0,\,3}{3-0,\,3}$. — **Elephas.** Die Backzähne entwickeln sich langsam nacheinander: beim indischen Elefanten erster Milchzahn im dritten Monat, zweiter im zweiten Jahr, $D_3$ im neunten Jahr; $M_1$ im fünfzehnten, $M_2$ im zwanzigsten Jahr, so daß in jedem Kiefer höchstens zwei Backzähne zugleich funktionieren. **E. primigenius**, Mammut, war stark behaart. **E. indicus, E. africanus.**

## VIII. Ordnung: Subungulata.

Huftierähnliche Extremitäten und nagetierähnliches Gebiß. **Hyrax,** Klippschiefer.

## IX. Ordnung: Cetaceen, Waltiere.

Nackte Wasserbewohner von fischähnlichem Habitus und zylindrischem Körper. Vordere Extremitäten in Gestalt von Ruderplatten, hintere fehlen. Horizontale Schwanzflosse. Ein Specklager im Unterhautbindegewebe gibt Wärmeschutz ab.

1. Unterordnung: ***Denticete,*** Zahnwale. Ober- und Unterkiefer mit zahlreichen konischen Zähnen; Praemaxille zahnlos. — **Globicephalus. Delphinus,** Zähne $\frac{50-60}{50-60}$. **D. delphis,** Delphin. **Physeter,** Pottfisch, in allen Meeren.

2. Unterordnung: ***Mysticete.*** Bartenwale. Funktionierende Zähne fehlen. Oberkiefer mit Barten (Horngewebe) besetzt. **Balaena mysticetus,** Grönlandwal. Fossil die Zeuglodonten mit differenziertem Gebiß.

## X. Ordnung: Sireniden, Seekühe.

Pflanzenfresser, den Ungulaten verwandt, mit spärlich behaarter, dicker Haut, flossenartigen Vorderfüßen und horizontaler Schwanzflosse. Hinterfüße fehlen. Backzähne mit breiter Krone. — **Manatus. Halicore dugong. Rhytina Stelleri,** Stellersche Seekuh, von der Behringsstraße: schon im vorigen Jahrhundert ausgerottet.

## XI. Ordnung: Prosimien, Halbaffen.

Diese Unterordnung zeigt noch manche primitive Bildungen. Das Gebiß ist meist vollständig, omnivor oder frugivor; obere M bunolophodont, tri- oder quadrituberkulär; P einfacher. — Die im Rückgang begriffene Gruppe ist rezent nur noch in Madagaskar, vereinzelt in Afrika und Indien anzutreffen. Dämmerungs- und Nachttiere.

**Lemur** $\frac{2 . 1 . 3, 3}{2 . 1 . 3, 3}$, Madagaskar. — **Stenops; Tarsius**, Sundainseln. — **Chiromys**, Fingertier, $\frac{1 . 0 . 1 . 3}{1 . 0 . 0 . 3}$.

## XII. Ordnung: Primaten, Herrentiere.

Kletter- und Schreittiere mit opponierbarem Daumen und großer Zehe. Plantigrad oder nur mit dem äußeren Fußrande auftretend. J $\frac{2}{3}$; Backzähne bunodont, oben und unten in der Regel vierhöckerig, die oberen M zuweilen dreihöckerig. Hirn groß, stark gefurcht. Placenta deciduat.

1. Unterordnung: ***Platyrrhinen***, amerikanisch; die Nasenlöcher sind durch eine dicke Hautbrücke getrennt und schauen seitlich. $\frac{2 . 1 . 3 . 3}{2 . 1 . 3 . 3}$, also 36 Zähne. Greif- oder Wickelschwanz. Placenta discoidalis. — **Cebus capucinus**, Kapuzineraffe. **Mycetes niger**, Brüllaffe. — **Hapale**, Krallenäffchen, $\frac{2 . 1 . 3 . 2}{2 . 1 . 3 . 2}$, mit Krallen, nur Großzehe mit Plattnagel.

2. Unterordnung: ***Katarrhinen***, Affen der alten Welt, mit schmalem Septum nasale. $\frac{2 1 2 3}{2 1 2 3} = 32$ Zähnen.

1. Cynomorphen, Schwanzaffen, mit Placenta bidiscoidalis, behaartem Gesicht, Schwanz. **Cercopithecus sabaeus**, Meerkatze,

Ostafrika. **Cercocebus cynomolgus**, gemeiner Makak, Javaaffe. **Cynocephalus hamadryas**, Graupavian, Abessynien.

2. Anthropoiden, menschenähnliche Affen, ohne Schwanz. Placenta discoidalis capsularis. **Simia satyrus**, Orang-utan, mit Rassen von ähnlicher Verschiedenheit wie beim Menschen; Borneo und Sumatra. **Troglodytes niger**, Schimpanse, **Gorilla engena**, beide afrikanisch. **Hylobates syndactylus**, Gibbon, Ostindien; laufen geschickt auf den Hinterbeinen. Hierher gehörig vielleicht der auch als Übergangsform zu den Anthropiden aufgefaßte jungpliocäne **Pithecanthropus** von Java, mit zirka 800 ccm Schädelkapazität.

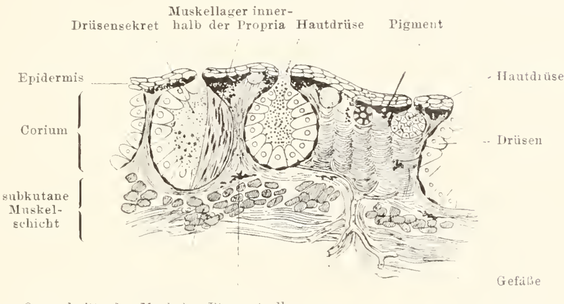
3. Anthropiden; aufrecht gehend. **Homo sapiens.**

# B. Vergleichende Anatomie der Cranioten.

## 1. Das Integument und seine Derivate.

Die Haut besteht aus der ektodermalen, mehrschichtigen Epidermis (Oberhaut) und dem mesodermalen Corium (Lederhaut oder Cutis); letztere ist von den tiefer liegenden Organen durch das subkutane Bindegewebe, welches locker und lymphereich, getrennt. Sie ist meist weich und schleimig bei den Anamniern, meist stark verhornt bei den Amnioten, wo dann die Epidermis in Stratum corneum und Stratum Malpighi zerfällt.

Die Epidermis bildet 1. Schuppen, Schilder, Haare, Borsten, Federn, Nägeln, Klauen, Hufe; 2. Drüsen, die sich schlauchartig ins Corium versenken; 3. Leuchtapparate bei einigen Fischen; 4. Schmelzablagerung auf Fischschuppen und auf Zähnen. — Aus dem Corium können Stützgebilde hervorgehen, wie Hautknochen und das morphologisch gleichwertige Dentin der Zähne (Odontoblasten).




59. Schnitt durch die Haut von Salamandra. Nach Wiedersheim.

## A. Zähne.

Da die Mundtasche ein Teil des embryonalen Integuments, so können in ihrer Wandung auch echte Hautgebilde entstehen, Zähne, die aber den gleichen typischen Bau aufweisen, wie z. B. die Hautschilder der Haifische. Einige Belegknochen des Schädels scheinen lediglich als Stützen der Zähne entstanden zu sein, wie Vomer, Gaumen- und Flügelbeine.

Ektoderm und Mesoderm beteiligen sich am Aufbau des Zahns. Das Ektoderm gibt die Matrize ab für die Zahnkrone und liefert den Schmelz, aus dem Mesoderm geht das Zahnbein (Dentin) hervor und der Zement.

Ursprünglich entstanden die Zahnkeime gesondert gleich den Plakiodschuppen der Haie. Später erscheinen die Zähne in Reihenstellung mit gemeinsamer Anlage, der sog. Zahnleiste: ein Epithelstreifen, welcher sich in das Bindegewebe hineinsenkt und aus welchem eine Reihe von Zahnkeimen gleich Glocken herauswachsen. Knochenfische, Amphibien, Schlangen können eine Zahnleiste auch auf den Ossa palatina, Vomer usw. entwickeln — bei den meisten Reptilien, allen Säugetieren hat sich die Zahnbildung auf Prämaxille, Maxille und Unterkiefer beschränkt.

Wie die Hautschilder, sind auch die Zähne ursprünglich ganz oberflächlich und isoliert gelagert und in Papillenform angelegt; erst bei höheren Tierformen senkt sich das Zahnepithel als Zahnleiste in die Tiefe und von ihm schnüren sich schmelzbildende Kappen ab; erst nach erfolgter Ausbildung brechen die Zähne an die Oberfläche durch.

Die Zahnleiste kann sich erhalten und, nachdem die Zähne der ersten Reihe abgenutzt sind und ihre Zementsockel resorbiert, lingualwärts eine neue Zahnleiste (Ersatzleiste) treiben, aus welcher wiederum neue Schmelzkeime hervorsprossen und zur Bildung einer zweiten Zahnreihe führen, einer dritten usw. Bei den meisten (zoophagen) Reptilien wechseln so die Zähne bis zum Lebensende. Schildkröten (phytophag) und Vögel (ausgenommen die fossilen Zahnvögel) weisen nur eine rudimentäre Zahnleiste auf. Bei Säugetieren ist nur die primäre und die erste Ersatzzahnleiste übrig geblieben; doch kann die Ausbildung von Zähnen der ersten (Milchzähne) oder zweiten (Ersatzzähne), oder sogar beider, unterdrückt werden.

**Selachier.** Hautzähne als Plakoidschuppen mit Basalplatte und Zahn, bestehend aus Vasodentin und Schmelz. In der Mundschleimhaut haften sie fest und werden dauernd reihenweise gewechselt. Bei Rajiden Pflasterzähne und große Schuppenplatten. Bei Holocephalen spärliche Schuppen in der Jugend.

**Ganoiden** und **Teleostier.** Zähne verschiedener Form können auf allen die Mundhöhle begrenzenden Knochen, sowie Zungenbein und Kiemenbögen (Ossa pharyngea) stehen.

**Dipnoi.** Schmelzlose Zähne zu großen Zahnplatten verschmolzen (Ceratodus).

**Amphibien.** Kegelförmige Zähne auf Ober-, Zwischen-, Unterkiefer, Vomer, Palatium, auch Parasphenoid. Ständiger Ersatz. Bufoniden zahnlos. Fossile Labyrinthodonten mit Schmelzfalten.

**Reptilien.** Zähne fehlen den Schildkröten. Sonst meist konisch, zahlreich und stetig nachwachsend (polyphyodont). Sie sitzen

entweder in medianwärts offener Rinne und sind basal angewachsen (pleurodont, Saurier), oder sie stecken in Alveolen (thekodont, Krokodilier), oder sie wachsen am oberen freien Kieferrand fest (akrodont, Rhynchocephalen). Manche Pflanzenfresser monophyodont. Die fossilen Theromorphen waren anisodont. Giftzähne der Schlangen sind ersetzbare Furchen- oder Röhrenzähne in der Maxille. Krokodilzähne nur auf den Kiefern.

**Vögel.** Zähne nur bei den fossilen Saururen und Odontornithen. Bei Embryonen Zahnleiste.

**Säugetiere.** Bei den Säugetieren hat das Gebiß sich am vielseitigsten entwickelt, entsprechend den Anpassungen an die verschiedenartigste Nahrung.

1. Typisch sind zwei Dentitionen: Die laterale Zahnleiste bildet die jugendlichen „Milchzähne", sowie (später) die bleibenden Molaren; die aus dieser Zahnleiste sich abspaltende linguale Leiste bildet dagegen später erst die Ersatzzähne. (Bei Beuteltieren wie dem Menschen sind übrigens auch Reste einer prälaktealen Zahnleiste aufgefunden, wie anderseits bei Erinaceus u. a. Zahnanlagen und Zähne einer „dritten Dentition" nachgewiesen wurden.)

2. Das Milchgebiß kann unterdrückt werden mit Ausnahme der Molaren, so daß die Milchzähne gar nicht durchbrechen, wie bei Spitzmaus, Rhinolophus, meistens auch Robben, oder nur wochen- und monatelang funktionieren (Insektivoren, Fledermäuse, Nager).

3. Das Ersatzgebiß wird unterdrückt, und die Zähne erster Dentition („Milchzähne") funktionieren zeitlebens. Der hintere p u. i 3 der zweiten Dentition können jedoch später zum Durchbruch gelangen bei Marsupialiern, während das ganze Ersatzgebiß bei Zahnwalen zurückgebildet wird.

4. Alle Zahnanlagen werden schon während des Embryonallebens resorbiert: Monotremata, einige Edentaten; dafür wird der Darmkanal verdauungstüchtiger.

Die einzige Zahnreihe der ältesten Säugetiere entspricht dem „Milchgebiß"; die Wurzeln behielten ihr weites Wurzelloch. Während der Stammesentwicklung schlossen sich jedoch am ausgebildeten Zahn die Wurzeln nahezu, um bei Nagern und Graminivoren allmählich wieder zu wurzellosen, d. h. stetig nachwachsenden und somit natürlich zementlosen Zähnen zu werden.

a) Ausgangsform ist der protodonte, einfach konische, immerwachsende Zahn mit weitem Wurzelloch: mesozoische Säuger.

b) Durch Hinzutreten einer vorderen und hinteren Spitze, mit der Mittelspitze in gleicher Flucht liegend, entsteht der trikonodonte Zahn (z. B. Dromotherium, Amphilestes), und

c) durch Verschieben dieser drei Tuberkel zur Dreieckstellung bildet sich der trituberkulare Zahn, als Ausgangsform für die Molaren der Säuger.

d) Verwachsen die Tuberkel, so entsteht der selenodonte,

e) treten dagegen Nebenhöcker hinzu, der bunodonte Zahn.

f) Bei reinen Pflanzenfressern werden die Höcker der breiten Kronen \/förmig, und durch Zusammenstoßen dieser Enden oder aber durch Verbindung je zweier Höcker zu Querkämmen entsteht die lophodonte Zahnkrone.

Allgemein pflegen Zähne der oberen und unteren Reihe einander ähnlich zu sein, doch sind letztere dann schmäler und um $180^0$ gegen die Oberzähne gedreht zu denken.

Während die Schneidezähne gewöhnlich direkt aufeinander greifen, stehen die oberen und unteren Eck- und Backzähne alternierend zueinander.

a) **Marsupialia.** Das Milchgebiß persistiert, nur ein Prämolar, bisweilen d i 3 durch Ersatzzähne vertreten, die übrigen rückgebildet. Gebißform entsprechend der Nahrung.

b) **Edentata.** Gebiß fehlend oder schmelzlose Backzähne; kein Ersatz.

c) **Insectivora.** Zähne ziemlich gleichmäßig. Wechsel schon vor der Geburt.

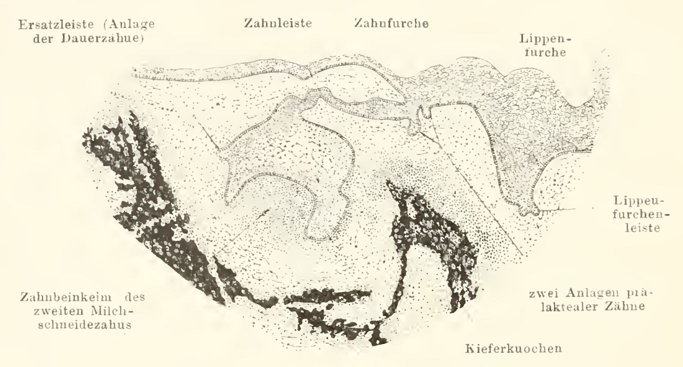
d) **Carnivora.** Zahnwechsel, mächtiger Caninus, Reißzahn (dens lacerans). Bei Pinnipediern Zahnwechsel oft fötal.

e) **Rodentia.** Wurzellose Incisivi, rudimentäres Milchgebiß.

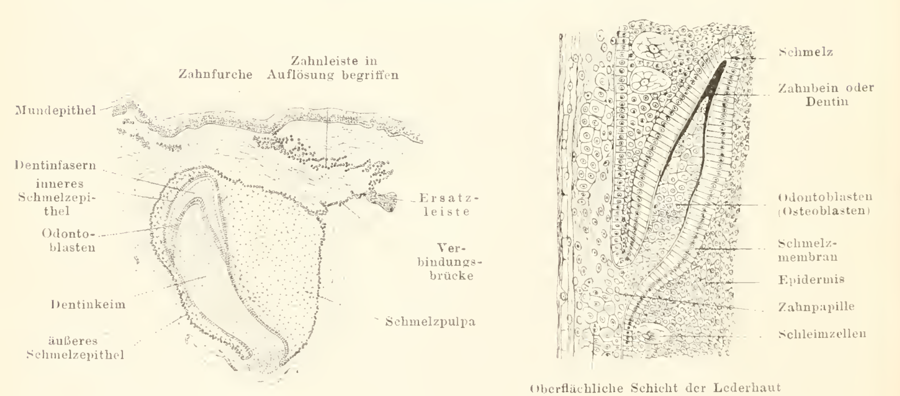
f) **Ungulata.** Mit Heterodontie oder Isodontie, mit bunodonten, lophodonten, selenodonten Zähnen.

g) **Proboscidea.** Mächtige Incisivi.

h) **Cetacea.** Denticete mit zahlreichen konischen Zähnen, Mysticete nur embryonal.




**60.** Schnitt durch den linken Unterkiefer eines **menschlichen Fötus** von 14 Wochen. Nach C. Röse. — Rechts außen, links innen.




**61.** Querschnitt durch die Zahnleiste des Unterkiefers eines **menschlichen** Embryos; etwas schematisiert. Nach Röse.

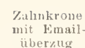
**62.** Längsschnitt durch die ältere Anlage eines **Hautzahns. — Haifischembryo.** Nach O. Hertwig.

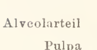


63. Gebiß des **Notidanus** (Heptanchus) **indicus.**
In der oberen Bezahnung ist die Reihenstellung wahrzunehmen.



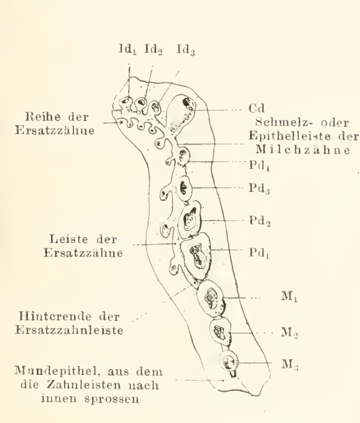

64. Stück des knochigen Oberkiefers von **Iguana** (Eidechse), von innen. Nach Boas.
a Zahn im Ausfallen begriffen; das Unterende ist resorbiert.



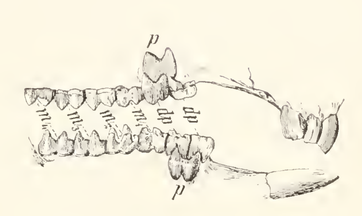





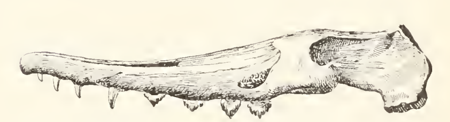

65. Ein Zahn von **Hesperornis.** Nach Marsh.



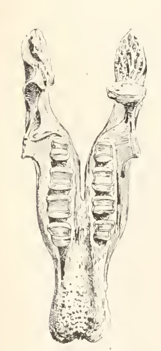

**66. Schmelzkeime** der Zahnanlagen eines höheren Säugetiers. Oberer rechtsseitiger Zahnbogen, schematisiert.




**67a.** Gebiß von **Halmaturus** (Känguruh).
c, rudimentärer Eckzahn des Oberkiefers,
p, einziger Zahn der zweiten Dentition,
welcher sich entweder dem Milchgebiß: $\frac{3.1.2.4}{1.0.2.4}$
einfügt, oder einen dp ersetzt.



**67b. Zeuglodon cetoides.** Schädel seitlich. Eocen von Alabama. $^1/_{13}$. Zahnformel: $\frac{3.1.5}{3.1.5}$.



**68. Megatherium americanum,** $^1/_{24}$.
Pleistocen (Pampasformation) Argentiniens.
Unterkiefer.

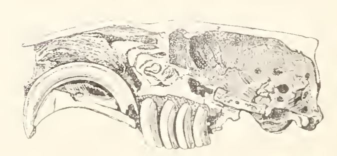




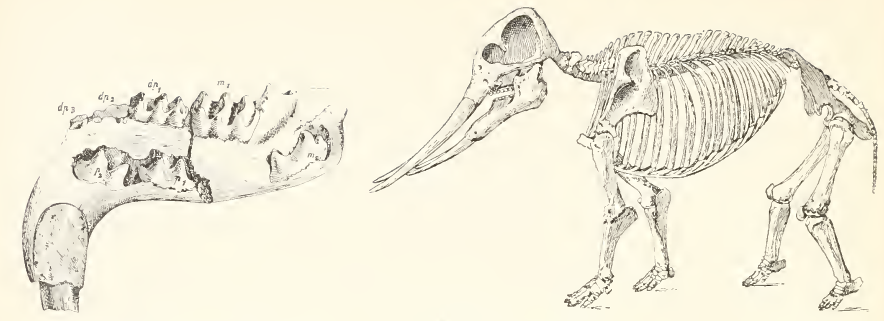
**69. Mylodon robustus,** $^1/_{12}$.
Pampasformation (Pleistoce) von Buenos Ayres. Aus v. Zittel.



**70. Glyptodon reticulatus.**
Backzähne im Unterkiefer.

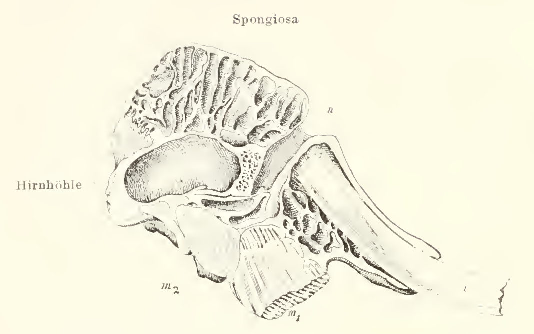


**71.** Rechte Hälfte eines **Biber**schädels, von innen; zeigt die Einpflanzung der Zähne. Nach Flower.

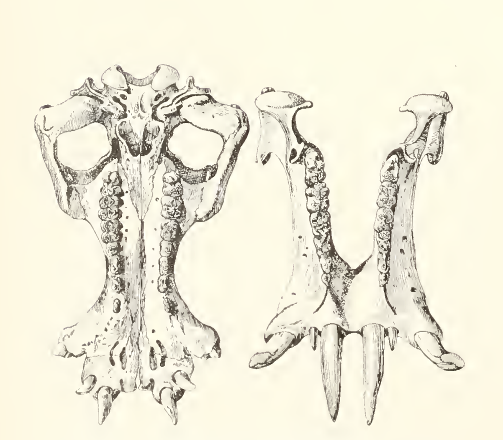



**72. Dinotherium giganteum.**
Miocen. Rechter Unterkieferast von innen, im Zahnwechsel begriffen. Aus Zittel.
Milchgebiß: $\frac{1 \,.\, 0 \,.\, 3}{1 \,.\, 0 \,.\, 3}$ Dauergebiß: $\frac{0 \,.\, 0 \,.\, 2 \,.\, 3}{1 \,.\, 0 \,.\, 2,\, 3}$

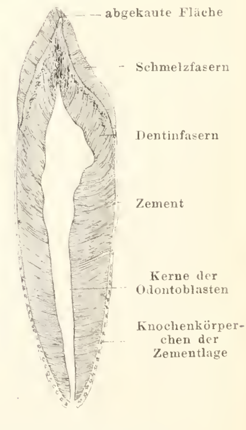
**72a. Mastodon angustidens.** Nach Gaudry. Obermiocen. $^1/_{50}$.




**73.** Schädel von **Elephas indicus**, median durchsägt. Aus Zittel.
*n* Nasenloch.



**74.** Schädel von **Hippopotamus amphibius.** Nach Cuvier.




**75.** Eckzahn eines jugendlichen **Menschen.**

## B. Horngebilde.

Hornbildungen wie Schuppen, Federn, Haare sind auf Grund einer Coriumpapille entstandene Epidermisprodukte.

**Cyclostomen.** Die Hornzähne in der Mundhöhle sind wohl Bildung sui generis.

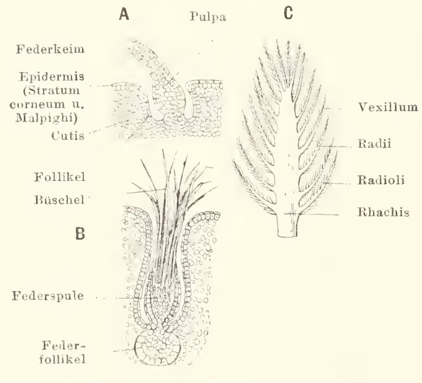
**Amphibien.** Hornhaut, die bei der Metamorphose abgeworfen wird, Hornschnabel der Kaulquappen.

**Reptilien.** Starke Verhornung in Form von Schuppen oder Platten. Oberste Schicht bisweilen abgeworfen (Natternhemd der Schlangen). Hornschnabel der Schildkröten.

**Aves.** Den Schuppen homolog die Feder mit kleiner Coriumpapille (Spule) und starker Verhornung. Stehen in Federfluren. Periodischer Wechsel (Mauser). Besondere Verhornungen sind Schnabel und Eizahn.

**Mammalia.** Haare entweder homolog Schuppen (Verhornung auf Papille) oder den Hautsinnesorganen der Amphibien. Beziehung der Haaranordnung zu Schuppen. Schuppenbildung verbreitet (Schwanz, Füße). Besondere Verhornungen der Säuger sind die Hörner der Ungulaten auf Grundlage eines Knochenzapfens, die Hörner der Rhinozerontiden und die Barteln der Bartenwale (Fischbein), die Gesäßschwielen der Schwanzaffen.

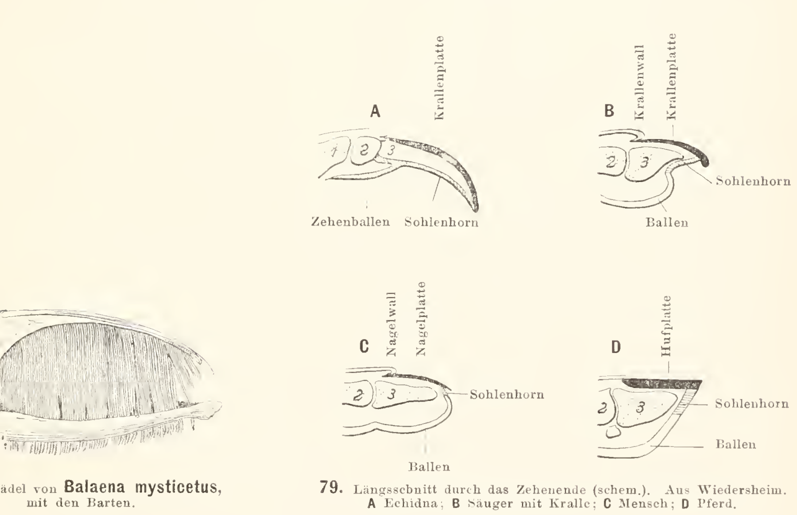
Am Phalangenende finden sich Verhornungen, die Krallen, bestehend aus Krallenplatte und Krallensohle. Ursprüngliche Form bei Schildkröten, Krokodilen, Vögeln. Bei Amphibien Krallen der Krallenfrösche. Bei Säugern Krallen, Hufe, Nägel (Prosimier, Primaten).




**76.** Entwicklung der Feder

Rindenschicht
Epithelknospe A
Haarschaft
Stratum corneum
Stratum Malpighii
Stratum corneum
Stratum Malpighii
Corium
Corium
Anlage der Haarpapille und des Haarbalgs
C
Stratum lucidum
Haarbalgdrüse
B
Anlage der Haarbalgdrüsen
Arrectores pili
Haarknopf
äußere } Schicht der
innere } Wurzelscheide
Haarbalg- oder Follikelanlage
Haarpapille mit Gefäßen

**77.** Entwicklung des Haares, schematisiert. Nach Maurer und Wiedersheim.




**78.** Schädel von **Balaena mysticetus**, mit den Barten.

**79.** Längsschnitt durch das Zehenende (schem.). Aus Wiedersheim. **A** Echidna; **B** Säuger mit Kralle; **C** Mensch; **D** Pferd.

## C. Drüsen.

**Fische** und **Amphibien** haben reiche Hautdrüsen am ganzen Körper.

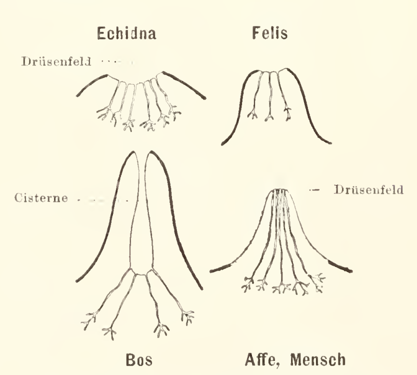
**Reptilien** drüsenarm. Die Schenkeldrüsen (Horndrüsen) der Lacertilier nicht klar, ob Drüsen, Rückendrüsen und Moschusdrüsen der Krokodile.

**Aves.** Nur die zum Einfetten des Gefieders dienende Bürzeldrüse.

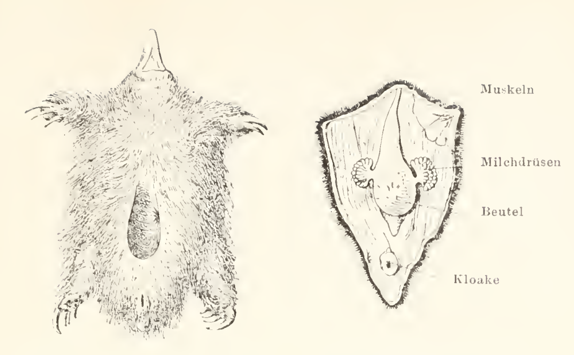
**Mammalia.** Zahlreiche Drüsenformen, fehlen nur Cetaceen. Schweißdrüsen, Talgdrüsen, Stinkdrüsen (Präputial-, Anal-, Klauendrüsen, Sporndrüse der Monotremen).

Am wichtigsten die speicheldrüsenartigen Milchdrüsen. Bei Monotremen münden sie in Mammartaschen, die in Brutbeutel eingeschlossen werden (vorübergehende Bildungen).

Bei den höheren Säugetieren Zitzenbildung durch Epidermiserhebung mit dem Drüsenfeld (Beuteltiere, Halbaffen, Affen, Mensch) oder durch Verwachsen der Cutis über das in der Tiefe bleibende Drüsenfeld (Strichkanal). Dies bei manchen Beutlern, Raubtieren, Ungulaten. Zitzen leistenständig (Ungulaten, Cetaceen), bruständig (Edentaten, Chiropteren, Proboscidier, Sirenier, Prosimier, Primaten), bauchständig (Carnivoren, Suiden). Zahl viele bis ein Paar nach Zahl der Jungen.




**80.** Schema der Zitzenbildung. Nach Klaatsch.
Die dicke Linie bezeichnet die Ausdehnung des Cutiswalles. — Die „primären Zitzen“ sind Epidermiswülste, anfangs frei vorragend, um sich dann in die Tiefe zu senken; dies sind die Mammartaschenanlagen, welche in die Länge wachsen und somit die Marsupialfalten darstellen, die bei Placentaliern nur noch im embryonalen Zustande vorkommen als Marsupialleiste oder „Milchlinie“.




**A.** Unterseite des brütenden Weibchens. In den Brutbeutel ergießt sich die Milch. $^{1}/_{5}$.

**B.** Die abgeschnittene Bauchdecke, Innenansicht.

**81. Echidna hystrix**, ♀. Nach Haacke.

### D. Bildungen der Cutis.

Die Cutis kann durch Verknöcherung Knochenschuppen, Knochenplatten, Hautknochen bilden, die in verschiedener Weise zum Skelett in Beziehung treten können.

**Pisces.** Bindegewebsverknöcherungen sind die mit Ganoin (kein Schmelz) überzogenen Ganoidschuppen der Ganoiden. Ganzrandige Cycloidschuppen schon bei Amia und den Teleostiern, gezähnte Ctenoidschuppen bei den letzteren. Knochenschilder der Haut am Kopf der Knorpelganoiden, unter den Teleostiern bei Siluriden, Plectognathen u. a. Dipnoerschuppen den Cycloidschuppen ähnlich.

**Amphibia.** Hautpanzer der Stegocephalen, Knochenschüppchen der Gymnophionen.

**Reptilia.** Oft Knochenschuppen als Grundlagen der Hornschuppen und Schilder. Die mächtigen Panzerplatten der fossilen Reptilien, Krokodile. Panzer der Schildkröten besteht aus Carapax (dorsal) und Plastron. Ersterer enthält Mittelreihe von Neuralplatten, umgeben von Kostal- und Marginalplatten. Nuchalplatte. Letzteres enthält Epiplastron, Entoplastron, Hypoplastron, Xiphiplastron.

**Mammalia.** Hautpanzer der Gürteltiere (Edentaten).

## 2. Das Skelett.

Drei verschiedene Grundlagen des Skeletts finden sich bei den Wirbeltieren:

1. Die Chorda dorsalis oder Rückensaite mit der Chordascheide, als phyletisch und ontogenetisch ältester Teil.
2. Das Grundskelett, d. h. die aus den Sklerotomen der Ursegmente entstehenden Wirbelkörper nebst Anhängen (obere Bogen oder Neurapophysen und seitliche Fortsätze oder Parapophysen nebst Rippen).
3. Die aus der Cutis hervorgehenden Hautknochen, welche sekundär mit dem Grundskelett in innige Verbindung treten können.

Man unterscheidet das Achsenskelett, d. i. die Wirbelsäule mit ihren Adnexen, das Kopfskelett, bestehend aus Schädel und Visceralskelett, das Extremitätenskelett, bestehend aus der vorderen und hinteren freien Extremität und dem Brust- und Beckengürtel.

Knochen mit oder ohne Markhöhle; Röhrenknochen mit Diaphyse, Apophyse; Spongiosa. Pneumatizität der Vogelknochen.

## A. Das Achsenskelett.

### a) Die Wirbelsäule

verbindet große Festigkeit mit Beweglichkeit. Segmentweise verschmelzen die Halbwirbelanlagen beiderseits zu festen Ringen oder Wirbelkörpern, die mittels elastischer Bänder verbunden sind. Muskeln, welche offenbar den Anstoß gegeben zur Differenzierung von Wirbeln aus dem Mesodermgewebe, ziehen von Wirbel zu Wirbel. Oft beschränken Gelenkfortsätze der oberen Bogen die Bewegung der Wirbel gegeneinander.

Bisweilen fehlen bei Fischen die Wirbelkörper, so daß nur obere und untere Bogen der Chordascheide aufsitzen, nebst Schaltstücken. Die Neurapophysen werden gewöhnlich zu Dornfortsätzen verlängert. Die Parapophysen umschließen im Schwanzteil den Kaudalkanal. Das kaudale Ende der Wirbelsäule zieht entweder geradeaus oder ist dorsal aufgebogen.

Bei den Geozoen wird die starre Verbindung des Schädels mit dem ersten Rumpfwirbel beweglicher, und indem die Extremitäten sich zu Stützorganen umwandelten und mit den Anhängen der Wirbelsäule in Verbindung traten, sondern sich die Wirbel in Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzpartie.

Die von den Wirbeln umschlossene Chorda kann bei Ichthyopsiden als dicker Strang fortbestehen oder sich ausdehnen, oder sie erfährt Einschnürungen oder geht bei den Amnioten in der Regel fast ganz zugrunde.

Bei manchen Amphibien bildet das Knorpelgewebe schon Gelenke.

Bei den Amnioten wird der intervertebrale Knorpel entweder zur faserigen Zwischenscheibe oder zu Gelenkflächen differenziert. Die oberen Bogen sind einander dicht angeschlossen, indem Gelenkfortsätze des hinteren Bogenrandes die tiefer liegenden Fortsätze des vorderen Bogenrandes eines folgenden Wirbels überdecken. Der erste Wirbel oder Atlas trägt die Gelenkflächen für den Schädel und kann gegen den zweiten Wirbel oder Epistropheus gedreht werden; der Körper des Atlas verschmilzt mit dem des Epistropheus.

**Cyclostomen.** Chorda persistiert. Obere Knorpelplatten, vielleicht den Intercalarstücken entsprechend.

**Dipnoer und Knorpelganoide** haben starke Chordascheide und obere und untere Knorpelbogen (Neurapophysen und Hämapophysen resp. Basalstümpfe.

**Selachier.** Knorpelige oder verkalkte Wirbelkörper, zwischen denen die Chorda persistiert. Obere und untere Bogenstücke, Intercalaria.

**Knochenganoide und Teleostier.** Amphicoele knöcherne Wirbelkörper mit starken Bogenbildungen und Dornfortsätzen.

Lepidosteus mit opisthocoelen gelenkig verbundenen Wirbeln. Bei Amia Doppelwirbel.

Die Schwanzwirbelsäule der Fische endet entweder gerade mit symmetrisch angeordneten Flossenstrahlen: diphycerke Flosse der Cyclostomen und Dipnoer, oder sie ist dorsalwärts aufgebogen, so daß eine unsymmetrische Flosse entsteht: heterocerke Flosse der Selachier und Ganoiden, oder sie ist verkürzt zu einem Urostylknochen, an dem die ventralen Strahlen wieder scheinbar symmetrisch stehen: homocerke Flosse der Teleostier.

**Amphibien.** Wirbel entweder amphicoel ohne Gelenkverbindung (Stegocephalen, Perennibranchiaten, Gymnophionen, Salamandrinen) oder opisthocoel mit aus dem intervertebralen Knorpel gebildetem Gelenk (manche Urodelen). Bei den Anuren mit procoelen oder opisthocoelen Wirbeln (Gelenkpfanne vorne oder hinten) sind echte Gelenke vorhanden und intravertebrale Erhaltung der Chorda. Bei den Stegocephalen Doppelwirbel (Rhachitomie und Embolomerie).

Differenziert sind der erste Wirbel zum Halswirbel (Atlas) mit zwei Gelenkpfannen für die paarigen Condyli occipitales. Den Beckengürtel trägt der eine Sakralwirbel. Schwanzwirbelsäule mit Hämapophysen bei den Urodelen, bei den Anuren zu Os coccygis verschmolzen. Proc. transversi und proc. articulares.

Zahl der Wirbel bei Urodelen groß, Anuren sehr klein.

**Reptilien.** Wirbel amphicoel bei Rhynchocephalen, Ascalaboten, Theromorphen, Ichthyosauriern. In allen Formen innerhalb einer Wirbelsäule bei den Schildkröten. Bei den meisten anderen Reptilien procoel mit intravertebral erhaltener Chorda. Zwischen den Wirbeln Bandscheiben bei Rhynchocephalen und Krokodilen. Bei Schildkröten teilweise intervertebrale Knorpelscheiben.

Halswirbel Atlas und Epistropheus (der Atlaskörper = Zahn des Epistropheus). Zwei oder mehr Sakralwirbel. Proc. transversi und articulares. Zahl verschieden groß, sehr viele bei Schlangen (bis 400).

**Vögel.** Amphicoele Wirbel noch bei Archaeopteryx und Ichthyornis. Die Halswirbel (1 und 2 Atlas und Epistropheus), deren Zahl bis 25 variiert, durch Sattelgelenke verbunden. Rumpfwirbel wenig oder gar nicht beweglich, nur der letzte frei, Sakralwirbel ursprünglich 2, mit denen sich weitere (bis 23) vereinigen mit dem Ileum zum Synsacrum. Die Schwanzwirbel ohne typischen Wirbelcharakter bilden Urostyl. Erhalten bei Archaeopteryx.

**Säugetiere.** Wirbelkörper gewöhnlich biplan mit intervertebralen fibrösen Bandscheiben (Chordarest nucleus pulposus), selten opistocoel gelenkend (Halswirbel der Wiederkäuer). Halswirbelzahl 7, Ausnahmen Manatus (Sirenia) und Choloepus (Edentata) 6, Bradypus (Edentata) 8—9. 1 und 2 Atlas und Epistropheus. Brustwirbel meist 12 bis 13, auch 20, Sakralwirbel fehlen Cetaceen und Sirenen, noch 2 bei Beuteltieren, sonst durch Verschmelzung mit Schwanzwirbeln mehr; Schwanzwirbel 4 bis 46. Bei Primaten schließlich zu Os coccygis rückgebildet.

### b) Die Rippen und das Brustbein.

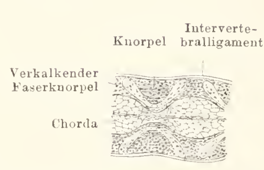
**Pisces.** Rippen besitzen die Selachier, Ganoiden, Teleostier, Dipnoer (fehlen den Lophobranchiern). Sind die in der Rumpfregion auseinanderweichenden unteren Bogen, die sich von einem Basalstumpf abgliedern (Unterschied zwischen oberen und unteren Rippen).

**Amphibien.** Rippen entsprechen den oberen Fischrippen, an der Basis oft gegabelt, kurz. Bei Anuren mit Querfortstäzen verschmolzen und rudimentär. Verknorpelungen in der Bauchmuskulatur einiger Formen heißen Bauchrippen (Bombinator). Sternum angelegt als mediane Knorpelplatte zwischen oder hinter den Coracoiden.

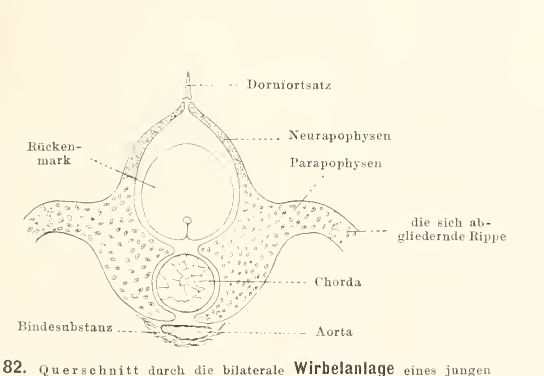
**Reptilien.** Rippen in Hals und Rumpfregion, bei Hatteria auch im Schwanz. Erstrecken sich bis zur Ventralseite, wo sie zu Brustbein verschmelzen können. (Bei Sauriern wenige, mehr bei Krokodiliern.) Chelonier nur Rumpfrippen, die die Kostalplatten bilden. Sternum fehlt den Schlangen. Processus uncinati schon bei Hatteria. Bauchrippen der Rhynchocephalen und Krokodile.

**Vögel.** Zu festem Brustkorb gefügte gegliederte Rippen mit Proc. uncinati. Sternum flach schildförmig bei den Ratiten, mit mächtigem Kiel, der Ansatzfläche der Flugmuskulatur bei den Carinaten.

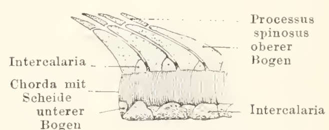
**Säugetiere.** Halsrippen reduziert, manchmal eine erhalten. Wahre Rippen, die direkt das Brustbein erreichen, und falsche. Zahl wechselnd, oft 13. Brustbein gegliedert oder bestehend aus Corpus sterni, manubrium, Proc. xiphoideus.



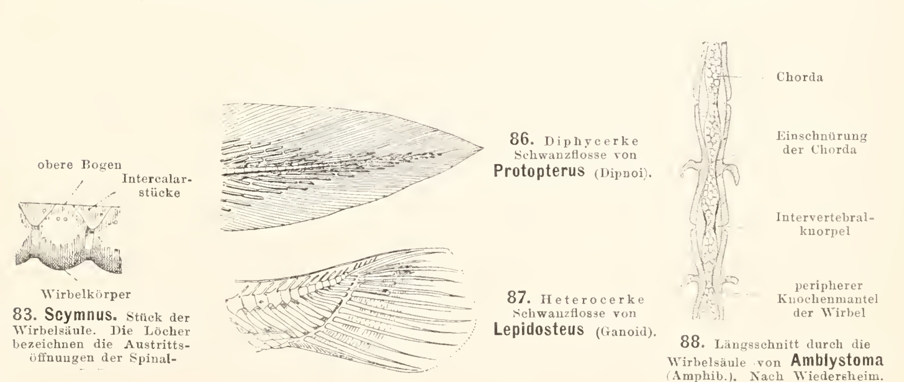

84. **Scyllium canicula** (Hai). Durchschnitt durch die Wirbelsäule eines Jungen. Nach Cartier.




82. Querschnitt durch die bilaterale **Wirbelanlage** eines jungen Cyprinoiden. Etwas schematisiert.




85. Wirbelsäule von **Spatularia** (Ganoid). Nach Wiedersheim.

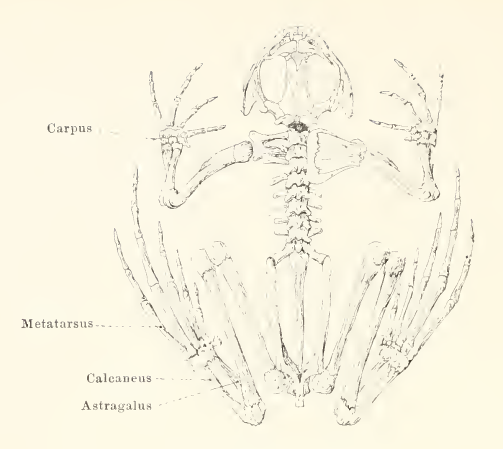



83. **Scymnus.** Stück der Wirbelsäule. Die Löcher bezeichnen die Austrittsöffnungen der Spinal-

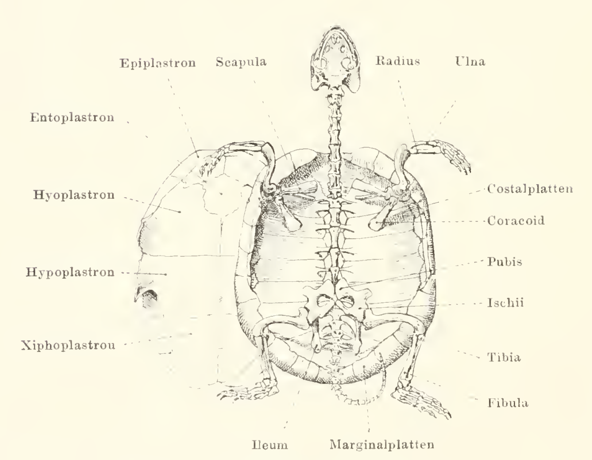
86. Diphycerke Schwanzflosse von **Protopterus** (Dipnoi).

87. Heterocerke Schwanzflosse von **Lepidosteus** (Ganoid).

88. Längsschnitt durch die Wirbelsäule von **Amblystoma** (Amphib.). Nach Wiedersheim.



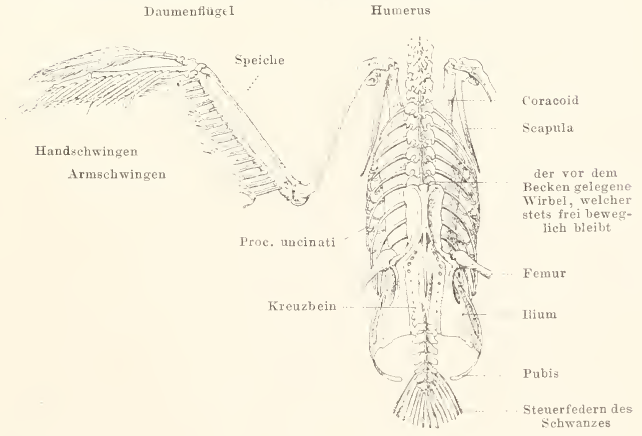

**89.** Skelett des Frosches.



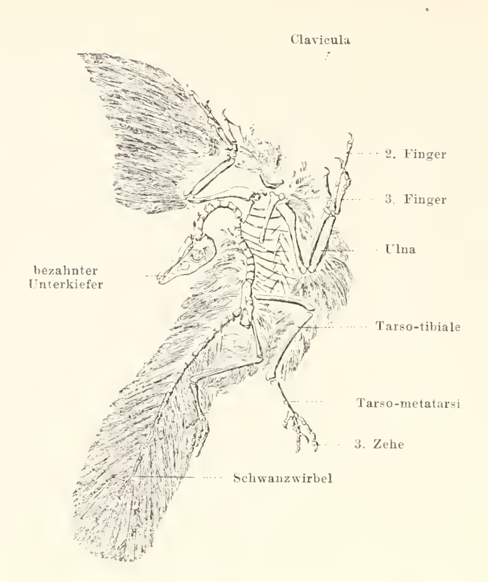

**90. Emys** (Cistudo) **lutraria** (= Testudo europaea); Südbayern. — Das Bauchschild ist abgesägt und daneben gelegt.

zweiter Finger
dritter Finger
Radius
Ulna
letzter (freibeweglicher) Rückenwirbel; die davor und dahinter liegenden sind miteinander verschmolzen
Ilium, mit den Wirbeln verschmolzen
Ischii
Pubis
Scapula, größtenteils verdeckt
Coracoid
Clavicula
Crista sterni
Tarso-tibiale
Tarsus(mitInter-tarsalgelenk)
Tarso-metatarsi (unteres Stück des Tarsus ist mit drei Metatarsalia zu einem Stück verschmolzen)
1. Metatarsale, bleibt beweglich

**91.** Linke Skeletthälfte vom Huhn. Nach Milne Marshall und Hurst.




**92.** Rumpfskelett mit den Steuerfedern von **Vulpanser tadorna**, Rückenansicht.




**93. Archaeopteryx.** Etwas restauriert. 1/5.

## B. Der Schädel.

Im „Kopf" der Wirbeltiere sind eine Anzahl Körpersegmente innig vereinigt. Läßt die Ontogenie der Kopfnerven und der Myotome diese segmentale Zusammensetzung noch erkennen, so ist dieselbe im Schädel verwischt, und zwar sowohl infolge der mächtigen Entwicklung der Sinnesorgane, als der Vergrößerung der Mundspalte und der Visceralbogen, denen der Schädel feste Stützen bieten muß.

Drei Entwicklungszustände des Schädels lassen sich unterscheiden: das häutige, das knorpelige Primordialkranium und das knöcherne Kranium.

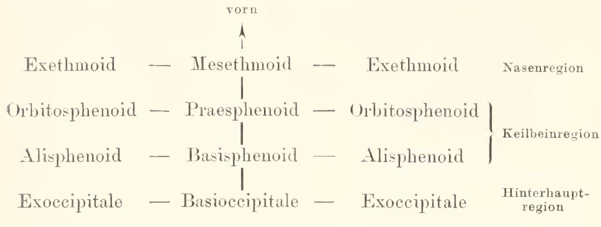
Als Ausgangsform kann der Schädel der Haifische dienen mit seinen vier Regionen, von denen drei im Dienste der Sinneswerkzeuge sich herausgebildet haben: Ethmoidal-, Orbital-, Labyrinth- und Occipitalregion.

Zu diesem Hirnschädel gesellen sich die ventralen Visceralbogen, das Stützskelett der zwischen den Kiemenspalten liegenden Bogenteile.

Im häutigen Schädelrohr treten nun die ersten Knorpelanlagen in Form zweier Spangenpaare auf: Parachordalia und Trabeculae, die sich bald vereinigen zur Basilarplatte und endlich das Gehirn umwachsen, um so das knorpelige Primordialkranium zu bilden. Letzteres kann verknöchern, zum Teil direkt (autochthone Knochen), zum Teil durch Auflagerung von Deckknochen. — Sekundär treten Verschmelzungen ungleichartiger Knochen auf.

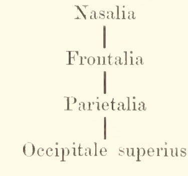
A. Nach Lage und Ursprung lassen sich behufs besserer Übersicht folgende Kategorien von Kopfknochen aufstellen, deren Auftreten in den verschiedenen Gruppen in verschiedener Weise verwirklicht ist.

1. Die Knochen der Schädelbasis; sie bestehen aus einer medianen und zwei lateralen Reihen:




Als Deckknochen gehört hierzu das Parasphenoid; in der Nasenregion später die Turbinalia.

2. Die Knochen der Schädeldecke:




3. Die Knochen der Labyrinthregion: Pro-. Opisth-, Sphen-, Pter-, Epioticum. Dazu später das Tympanicum.

4. Kleine, nicht regelmäßige Knochen wie Prae- und Postfrontale, Lacrimale, Infraorbitalia.

Zu diesen kranialen Knochen des Kopfes gesellen sich

5. die Visceralbogen, aus folgenden wesentlichen Stücken bestehend:

I. Der Kieferbogen:
Praemaxilla und
Maxilla (Deckknochen),
Dentale und Angulare (Deckknochen), Articulare und Quadratum (Knorpelknochen), welchem sich als Deckknochen anlagern
Pterygoidea und Palatina, später Squamosum.
Dazu gesellen sich Quadratojugale und Jugale, Transversum, Epipterygoid.

II. Der Zungenbeinbogen, zusammengesetzt aus
Hyomandibulare (und Symplecticum der Knochenfische) und
Hyoid mit der ventralen medialen Copula.

III.—VII. (-IX.) Kiemenbogen, deren jeder bei Fischen in Epibranchiale, Ceratobranchiale und Hypobranchiale zerfällt, unten vereinigt durch die Copula. Bei Geozoen tritt Rückbildung der Kiemenbogen ein, und ihre Reste liefern gemeinsam mit Resten von II. das Zungenbein, auch Teile des Kehlkopfskeletts.

**B.** Nach der Genese unterscheidet man:

Knorpelknochen: Basioccipitale, Basisphenoid, Praesphenoid, Exoccipitale, die Otica, Orbito- und Alisphenoid, Ethmoid, Quadratum, Articulare; das Visceralskelett zum Teil.

Deckknochen: Parasphenoid, Vomer, Praemaxilla, Maxilla, Jugale, Quadratojugale, Dentale, Spleniale, Palatinum, Pterygoideum, Angulare, Coronoideum; und an der Außenfläche des Schädels: Nasale, Lacrimale, Frontale, Praefrontale, Postfrontale, Postorbitale, Supraorbitale, Parietale, Squamosum; Supraoccipitale zum Teil.

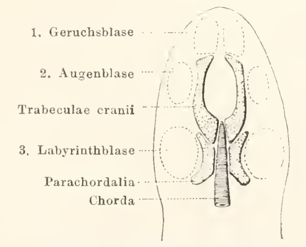
**Cyclostomen.** Knorpeliges Primordialkranium mit besonderen Knorpelteilen für die Stütze der Sinnesorgane, der Lippen, der Zunge. Knorpeliger Kiemenkorb aus untereinander verbundenen Spangen mit Knorpelhülle für das Herz.

**Selachier.** Knorpelkranium typisch mit vorne Rostrum. Visceralskelett aus Palatoquadratbogen (Kiefer), Hyomandibulare (Träger der Kiefer), Hyoid, 5—7 Kiemenbogen. Visceralskelett nur schwach mit dem Kranium verbunden. Bei Holocephalen ist Palatoquadrat und Hyomandibulare mit dem Kranium verwachsen.

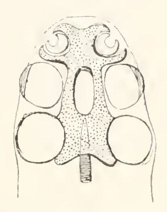
**Ganoide.** Knorpelganoide ähnlich wie Selachier, aber Schädel überdeckt von vielen Hautknochenplatten, an der Basis knöchernes Parasphenoid. Bei Knochenganoiden auch Hautknochenpanzer, aber auch Verknöcherung des Schädels selbst; die einzelnen Knochen ähnlich den Teleostiern. Kein Supraoccipitale.

**Teleostier.** Weitgehende Verknöcherung des Knorpelskeletts, wie Bildung von Hautknochen und so besonders reiche Gliederung des Kopfskeletts. Knorpelkranium persistiert in weiter Ausdehnung. In der Occipitalregion die vier Occipitalia. Im Schädeldach: Parietalia, Frontalia, Postfrontalia, Nasalia. An der Schädelbasis: Basisphenoid, Parasphenoid, Vomer. In der Labyrinthregion sämtliche Otica. In der Nasenregion: Supraethmoid und Exethmoidalia. Auf dem Palatoquadratbogen: Praemaxillare, Maxillare, Palatinum, Ento-, Meso-, Ektopterygoid, Quadratum, und als Deckknochen des Meckelschen Knorpels: Dentale, Articulare, Angulare. Aus dem Hyomandibularbogen einmal Hyomandibulare, am Schädel gelenkend, und Symplecticum, sodann das Hyoid aus mehreren Hyalia zusammengesetzt. Vier Kiemenbogen, ebenfalls gegliedert. Hautknochen: der Orbitalring, und die Stützen des Kiemendeckels: Prae-, Inter-, Suboperculare, Operculare. Radii branchiostegi.

**Dipnoer.** Weitgehend erhaltenes Knorpelkranium. Palatoquadratbogen mit dem Schädel verwachsen (Autostylie im Gegensatz zur Hyostylie). Squamosum als Deckknochen von Quadratum. Amphibienähnlichkeiten.




**94.** Knorpelige Schädelanlage; schematisch.



**95.** Die knorpelige Schädelanlage; späteres Entwicklnugsstadium.

Ethmoidalregion Orbitalregion Labyrinthregion Occipitalregion

Rostrum

Nasenloch

erster Labialbogen

zweiter Labialbogen

Epibranchiale

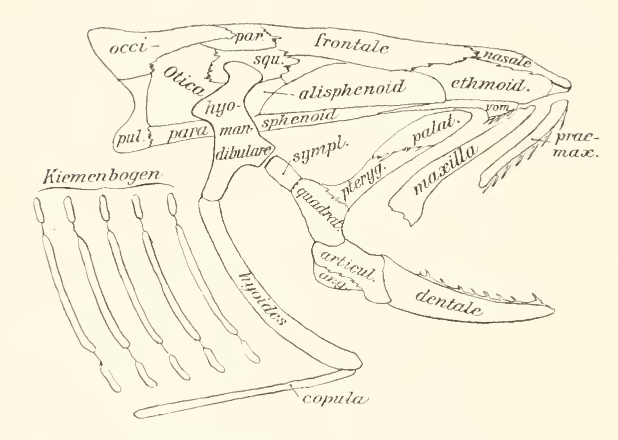
Ceratobranchiale

Hypobranchiale

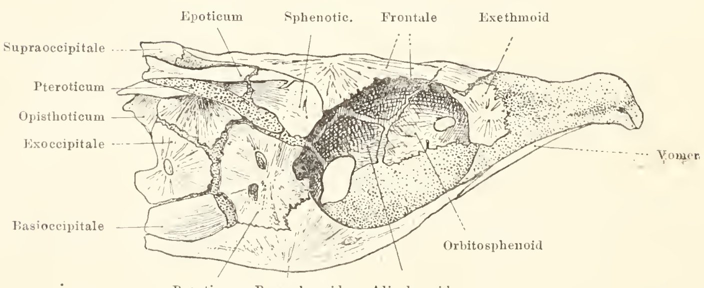
Copulae

**96.** Schema des **Haifischschädels.** Etwas verändert nach Gegenbaur.

1. Kieferbogen.
2. Zungenbeinbogen.
3—7. Kiemenbogen.
II Loch des Nervus opticus
III Loch des Nervus oculomotorius.
IV Loch des Nervus trochlearis.
V Loch des Nervus trigeminus.
VI Loch des Nervus abducens.
k Kieferstiel (Hyomandibulare).
h Hyoid.
p Palato-quadratum.
u Unterkiefer.



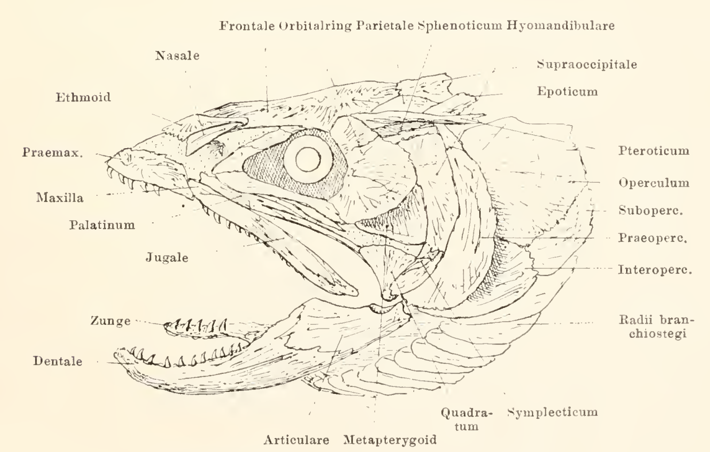

**97.** Schema des **Knochenfischschädels.** Opercula und Infraorbitalia sind weggelassen.



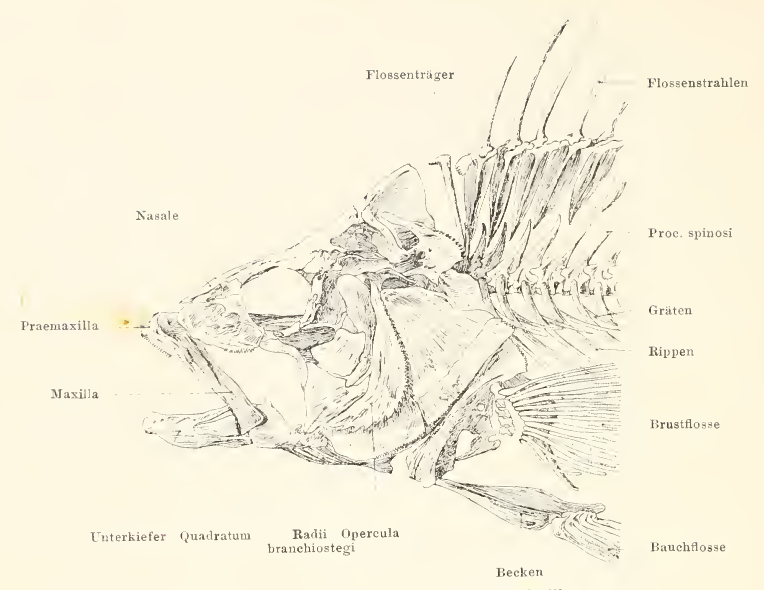

**98.** Kopfskelett von **Salmo fario,** nach Entfernung des äußeren Knochenbelags; rechte Seite. Nach Wiedersheim.

Opisthoticum Squamosum Parietale Frontale Parasphenoid Exethmoid Mesethmoid
Epoticum
Supraoccipitale
erster Wirbel
Exoccipitale
Basioccipitale
Symplecticum
Interhyale
Hyomandibulare
Hyoides
alisphen.
pterygoidea
Nasale
Praemaxilla
Palatinum
Maxilla
Dentale
NB. die punktierten Knochen setzen den Kieferbogen zusammen
Hyoides
Quadratum
Radii branchiostegi Angulare Articulare

**99. Gadus aeglefinus,** Schellfisch. Opercula und Infraorbitalia sind weggelassen. Aus R. Hertwig.




**100. Lachsschädel.** Die punktierten Teile sind knorpelig.



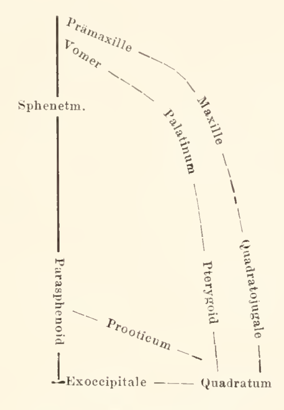

**101.** Schädel und Skelett des Vorderrumpfes von **Perca fluviatilis,** Flußbarsch.

**Amphibia.** Knorpelkranium embryonal sehr gut ausgebildet. Darauf nur wenige Verknöcherungen. Hauptcharakteristika: Nur Occipitalial ateralia mit paarigem Condylus, Parasphenoid an der Schädelbasis, das Sphenethmoid (os en ceinture) der Gymnophionen und Anuren. Palatoquadratbogen mit dem Schädel verschmolzen (Kiefergaumenapparat), Quadratum trägt den Unterkiefer, Jochbogen der Anuren. Bei Anuren Parietalia und Frontalia zu Frontoparietalia verschmolzen.

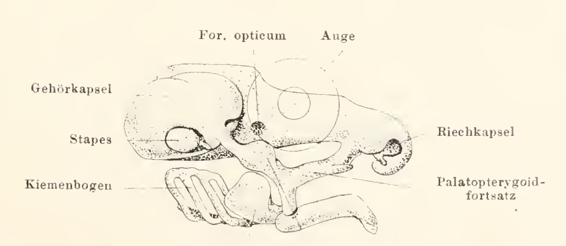
Bei Stegocephalen war der Schädel noch von zahlreichen Hautknochenplatten mit For. parietale bedeckt.

Der Visceralapparat besteht aus einer Zungenbeinplatte mit bis zu vier Hörnern, den Resten von Hyoid und Kiemenbögen samt Copulae, bei Larven richtige Kiemenbogen.

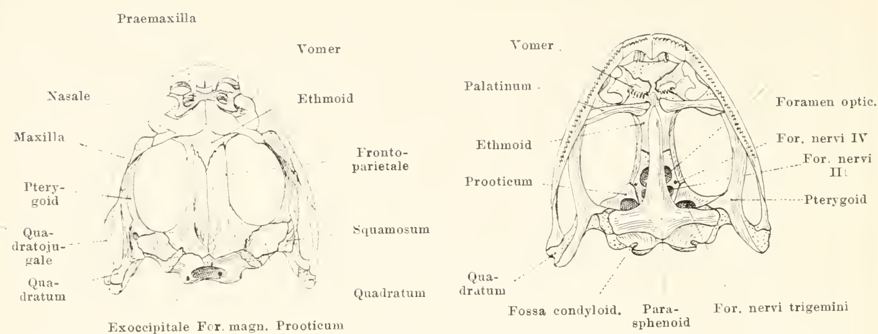
Hyomandibulare ist als Columella (Gehörknöchelchen mit der Fenestra ovalis aufsitzender Stapesplatte) erhalten.




Schema der Anurenschädelbasis.

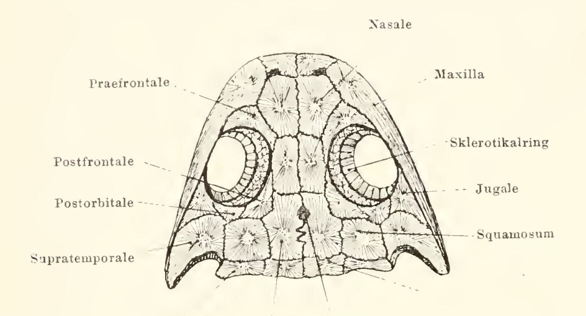



**102.** Knorpelschädel einer geschwänzten Kaulquappe, gegen Ende der Metamorphose; 6/1. Nach Milne Marshall.




**103.** Schädel von **Rana esculenta,** von oben. Knorpelteile punktiert.

**104. Rana esculenta,** von unten. Der Knorpel punktiert.




**105. Branchiosaurus.** Rotliegendes. Schädel von oben. Nach Credner.

**Reptilia.** Charakteristisch mäßiges Primordialkranium und reiche Verknöcherung aller Regionen. Unpaarer Condylus occipitalis; das nur den Schildkröten fehlende Os transversum zwischen Pterygoid und Maxille. Unterkiefer gelenkt am Quadratum. Neue Knochen Post-, Praefrontalia, Supraorbitalia, Lacrimalia. In der Labyrinthregion das Prooticum; Epioticum und Opisthoticum verschmolzen mit dem Occipitale. Parasphenoid als Fortsatz des Basisphenoid erhalten. Ethmoid. Hyomandibulare als Columella auris. Quadratum trägt den Unterkiefer. Zungenbeinapparat mit Resten von bis zu drei Bogen, mehr (Chelonier) oder minder (Ophidier) gut entwickelt. Details in den einzelnen Gruppen sehr verschieden.

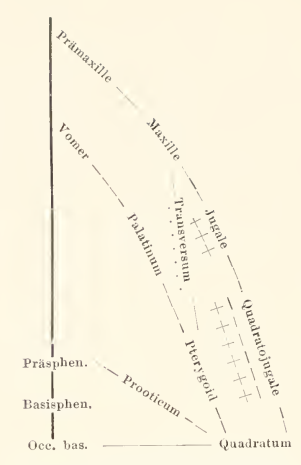
**Rhynchocephalen.** Ein oberer (Supratemporale und Postfrontale) und unterer (Quadratojugale, Jugale) Jochbogen vorhanden. Schädel fest gefügt, Foramen parietale. Quadratum fest mit dem Schädel vereinigt.

**Saurier.** Nur ein oberer Jochbogen (Supratemporale [Squamosum?] und Postfrontale). Hauptcharakter: das Epipterygoid (falsche Columella) zwischen Parietale und Pterygoid aufgestellt.

**Ophidier.** Kein Jochbogen. Knochen des Kiefergaumenapparates schlank und sehr beweglich. Praemaxille rudimentär, bei Giftschlangen auch die den Giftzahn tragende Maxille (mechanisch aufgestellt durch Vermittlung von Transversum und Pterygoid). Quadratum sehr beweglich, am Squamosum gelenkend; Unterkiefer ohne Symphyse.

**Chelonier.** Kein Os transversum. In der Labyrinthregion großes Opisthoticum. Oberer Jochbogen. Bildung des harten Gaumens durch Verschmelzung der horizontalen Platten der Maxillaria, medialen Zusammenschluß der Palatina und Verdrängung des Vomer in die Nasenhöhle. Choanen zwischen Vomer und Palatinum. Schädel aus festen gewölbten Knochenplatten. Quadratum fest am Schädel.

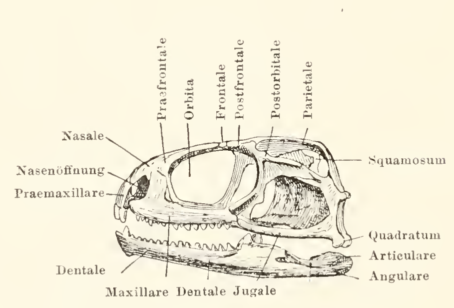
**Krokodilier.** Beide Jochbögen, mächtige Maxille, Quadratum fest am Schädel. Palatina und Pterygoide beteiligen sich an der Bildung des harten Gaumens. Choanen ganz hinten zwischen den Pterygoiden.




**Schema der Reptilienschädelbasis.**

. . . . . . . . bedeutet: fehlt den Cheloniern,
— — — — — „ „ „ Sauriern,
+ + + + + „ „ „ Ophidiern.

**Vögel.** Vogelschädel dem der Saurier ähnlich. Schlanker und beweglicher Kiefergaumenapparat und Quadratum, das an großem mit dem Schädel verwachsenen Squamosum gelenkt. Hauptunterschiede: Vollständiger unterer Jochbogen, Reduktion des oft unpaaren Vomer, mächtige Schädelkapsel, Verschmelzen der Knochen im erwachsenen Zustande. Starke Entwicklung der den Oberschnabel hauptsächlich bildenden Praemaxille (gelenkig), Interorbitalseptum aus Praesphenoid und Mesethmoid gebildet. Kein Transversum. Von Kiemenbögen nur die Copulae (Os entoglossum, Urohyale) erhalten und ein paar Zungenbeinhörner (1. Kiemenbogen), die sich bei Spechten um den Kopf herumschlingen und zum Vorschnellen der Zunge dienen. Pneumatizität der Knochen.




**106.** Schädel von **Hatteria** (nach Parker und Haswell).

Prootic. Squamos. Exoccipitale
Quadratum
Parietale mit Sehloch
Basisphenoid
Postfrontale
Columella (Epipterygoid)
Transversum
Frontale
Jugale
Supraorbitale
Palatinum
Lacrimale
Nasale
Praefrontale
Concha
Praemaxilla Maxilla

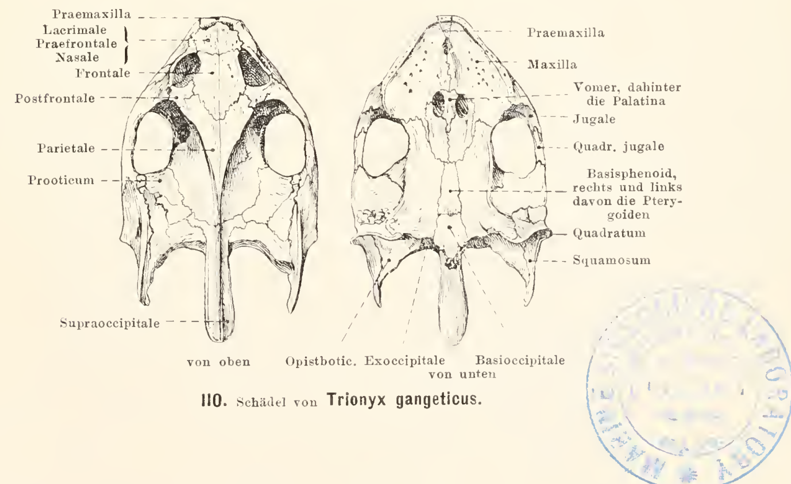
**107.** Schädel von **Varanus** (Eidechse).

Maxilla Praemaxilla
Dentale
Palatinum
Transversum
Basisphenoid
Basioccipitale
Pterygoid
Articulare
Columella

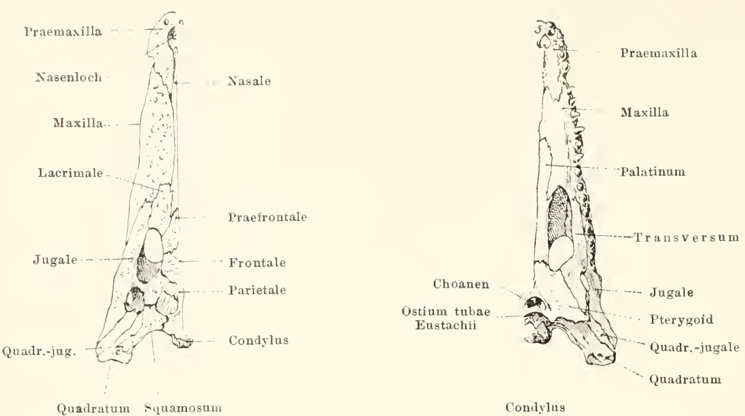
**108.** Schlangenschädel, von unten.

Praefrontale Fr. Squam. Columella auris
Nasale
Praemaxilla
Quadratum
Maxilla
Palatinum
Pterygoid
Transversum

**109.** Schädel der Grubenotter **Craspedocephalus atrox.** Nach Boas. **p** Parietale, **fr** = Frontale, **squam** Squamosum, beweglich mit der sehr festen Hirnkapsel verbunden.

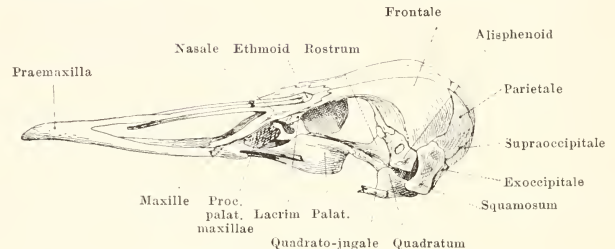



**110.** Schädel von **Trionyx gangeticus.**

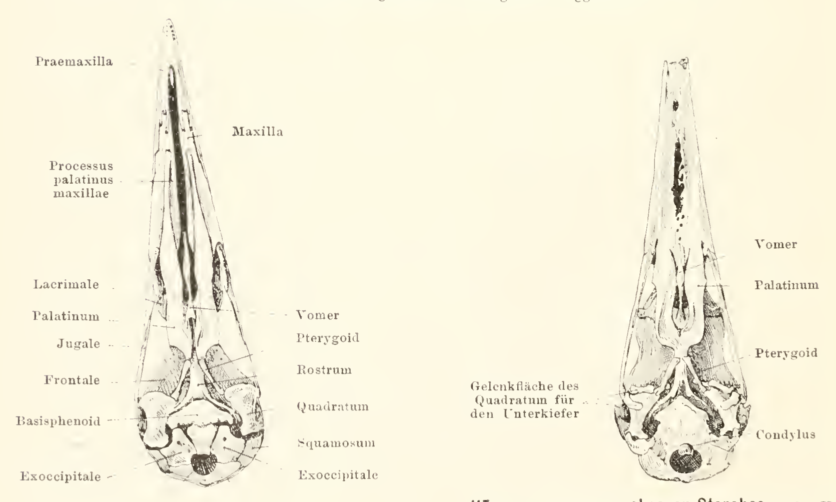



111. Schädel des **Krokodil**, von oben.

112. **Krokodil**schädel, von unten.




113. Schädel eines **nestjungen Storches, Ciconia alba.** Seitenansicht. Die Nähte der Knochen sind noch getrennt. Das Jugale ist weggelassen.




114. Schädel eines **nestjungen Storches.** Unteransicht.

115. Schädel des **erwachsenen Storches** in der Unteransicht. Alle Knochen sind verwachsen, mit Ausnahme des Hinterendes der Palatina, welches auf dem Rostrum gleitet, der Pterygoidea, Quadrata, Hinterenden der Quadrato-jugalia und der Lacrimalia.

**Säugetiere.** Die Knochen sind mehr oder weniger durch Nähte fest verbunden. Kranium und Visceralskelett ist innig verschmolzen, bedeutende Ausgestaltung der Schädelkapsel. Zwei Condyli occipitales. Besondere Belegknochen die Interparietalia. An der Basis Basioccipitale, Basisphenoid mit Alisphenoiden, Praesphenoid und Orbitosphenoiden. (Können alle zum Keilbein verschmelzen.) Mesethmoid geht senkrecht gestellt in die Nasenscheidenwand ein, Exethmoide bilden die oberen Muscheln. Untere Muschel besonders, das Os turbinale. Gaumendach von Maxillare und Palatinum gebildet, bei Cetaceen auch das Pterygoid, das bei den Monotremen noch reptilienartig. Prooticum, das das Labyrinth umschließt, heißt Petrosum und verwächst, außer bei den Cetaceen, mit dem Squamosum und Tympanicum (Bildung einer Bulla ossea) zum Os temporale. Hiermit kann auch das Jugale verwachsen. Quadratum wird zum Amboß, Articulare zum Hammer, Hyomandibulare zum Stapes. Vom Hyoidbogen erhalten sich Teile als kleines Zungenbeinhorn und Proc. styloideus des Schädels, eine Copula als Zungenbeinkörper und Reste des ersten Kiemenbogens als große Zungenbeinhörner. Die Einzelheiten der Schädelknochenanordnung und Schädelform variiert sehr in den einzelnen Gruppen.

**Monotremen.** Starkes Verwachsen der Schädelknochen, große Pterygoide.

**Marsupialia.** Große Alisphenoide. Hakenartiger Fortsatz des hinteren Unterkieferwinkels.

**Edentata.** Bisweilen Choanen hinter den Pterygoiden.

**Insektivoren.** Jochbogen schwach oder fehlend, oft Gaumenlücken, Unterkieferfortsatz.

**Carnivoren.** Offene Schläfengrube, mächtige Ansatzpunkte der Kaumuskulatur.

**Rodentia.** Vor der Orbita Infraorbitalgrube (Kaumuskelursprung). Schädelnähte bis ins Alter erhalten; breites senkrecht abfallendes Hinterhaupt.

**Ungulata.** Orbita ganz oder nahezu geschlossen durch Processus postorbitalis des Frontale. Bildung eines Stirnzapfens vom Frontale als Grundlage eines Horns oder abwerfbare Hautverknöcherung auf dem Frontale, das Geweih. Oft stark verlängerte Ethmoidalregion.

**Proboscidea.** Schädel aufgetrieben durch grobzellige Diploëräume.

**Cetacea.** Riesengroße Maxillen, kleine Nasalia, Parietalia durch großes Supraoccipitale auseinandergedrängt.

**Prosimier.** Augenhöhle nach vorn gewandt und nur durch eine schmale Knochenbrücke von der Schläfengrube getrennt, Nasenbeine und Schnauze verlängert.

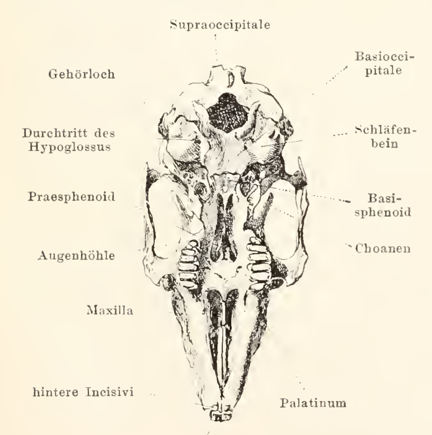
**Primaten.** Orbita und Schläfengrube gut getrennt, immer weitergehendes Zurücktreten des Gesichtsschädels gegen den Hirnschädel (Gesichtswinkel). Bei Katarrhinen ein äußerer knöcherner Gehörgang.



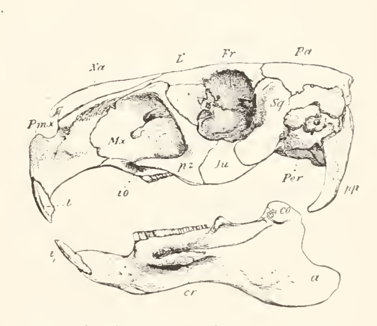
**116. Glyptodon reticulatus.**
Pampasformation Argentiniens. $^1/_{13}$.



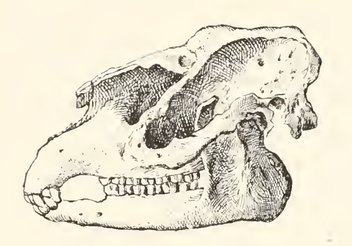
**117. Felis catus ferus.** $^1/_2$.



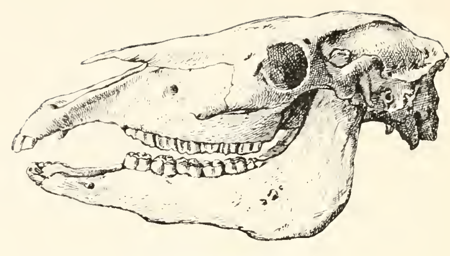

**118.** Schädel des **Kaninchens,** von unten.



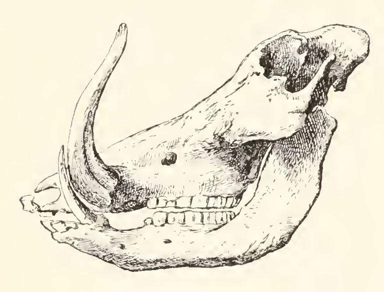

**119. Hydrochoerus capybara.** Nach Flower.
**a** Angulus. **co** Condylus. **cr** Massetercriste des Unterkiefers. **Fr** Stirnbein. **i** oberer. $\mathbf{i_1}$ unterer Schneidezahn, **io** Infraorbitalkanal. **Ju** Jochbein. **L** Tränenbein. **Mx** Oberkiefer. **Na** Nasenbein. **Pa** Scheitelbein. **Per** Periotica, **Pmx** Zwischenkiefer. **pp** Processus paroccipitalis. **pz** Processus zygomaticus maxillae. **Sq** Schläfenbein.



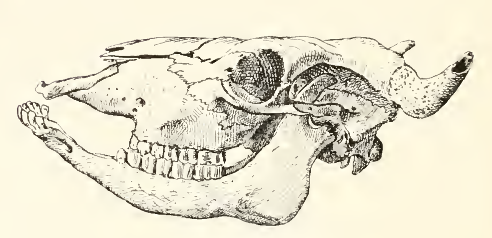
120. Rhinochoerus (Tapirus). 1/8.



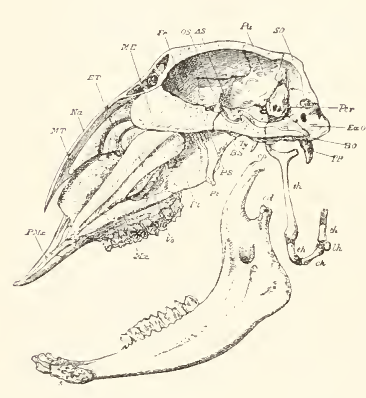
122. Equus caballus ♂



121. Phacochoerus Aeliani.

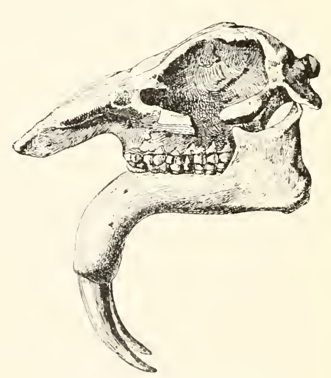


123. Bos taurus.

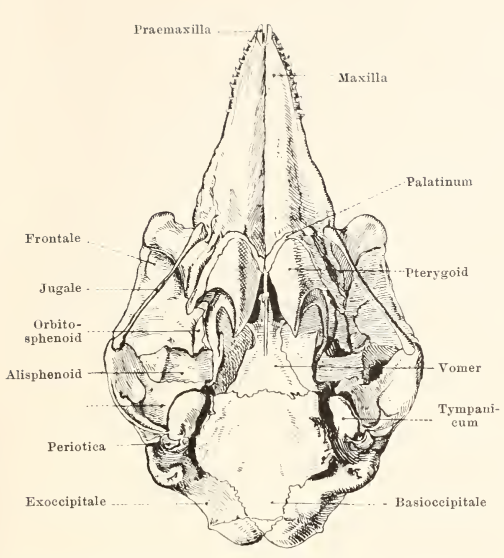



124. Schädel eines hornlosen Schafes, längs durchschnitten. Nach Flower.

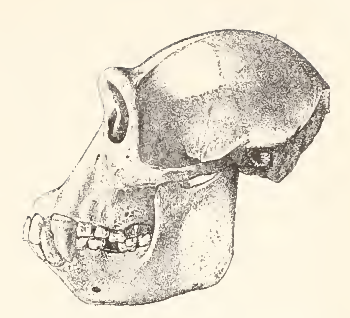
**As** Alisphenoid
**Bo** Basioccipitale
**Bs** Basisphenoid
**cd** Condylus
**cp** Kronfortsatz
**ET** Conchae
**Exo** Exoccipitale
**Fr** Stirnbein mit Lufthöhlen
**Me** Mesethmoid
**MT** Conchae des maxillaren Riechrohrs
**Na** Nasenbein
**OS** Orbitosphenoid
**Pa** Scheitelbein
**Per** Felsenbein
**Pl** Gaumenbein
**Pmx** Zwischenkiefer
**pp** Processus paroecipitalis
**PS** Praesphenoid
**Pt** Flügelbein
**s** Symphyse des Unterkiefers
**sh** Zungenbein
**SO** Supraoccipitale
**Ty** Griffelfortsatz des Tympanicum.



125. Dinotherium giganteum.
Obermiocen. 1/30. Nach Kaup.




126. **Globicephalus melas**, Schädel von unten. $^1/_7$. Nach Flower. Die Schädelknochen greifen zum Teil dachziegelartig übereinander.



127. Schädel eines erwachsenen männlichen **Gorilla.**



128. Alter männlicher **Schimpanseschädel.**




129. **Menschlicher Schädel.**

*a* Nasenbein
*b* Oberkiefer
*c* Unterkiefer
*d* Hinterhauptsbein
*e* Schläfenbein
*f* Scheitelbein
*g* Stirnbein
*h* Jochbein.

## C. Die Extremitäten.

I. Mediale oder **unpaare.** Als Ausgangsform wird eine durch Hornfäden gestützte Hautfalte betrachtet, welche kontinuierlich über den Rücken und Schwanz bis dicht hinter den After zieht. Durch teilweisen Schwund werden Rücken-, Schwanz- und Afterflosse isoliert. Selbständig entstandene, knorpelige oder knochige Flossenträger, als Stützen der Flossen dienend, treten sekundär mit dem Achsenskelett in Beziehung. Solche unpaaren Extremitäten finden sich nur bei Fischen; wo sie bei Amphibien vorkommen, entbehren sie der festen inneren Stützen oder Strahlen. Der wuchtige Rückenkamm einiger fossilen Reptilien (Ichthyosaurus) besaß jedoch starke basale Flossenträger, vermutlich als Neuerwerb.

**Cyclostomen, Selachier, Knorpelganoiden, Dipnoer.** Hornfäden als Stützen, Form der Schwanzflosse siehe bei Wirbelsäule.

**Knochenganoiden, Teleostier.** Flossenstrahlen verknöchert. Hautstrahlen stachelartig oder weich, einfach oder pinselförmig, gegliedert oder ungegliedert. Giftstacheln. Fettflosse der Salmoniden.

II. Die **paarigen Gliedmaßen** der Fische lassen sich zurückführen auf eine seitliche Hautfalte, welche gesteift war durch metamerische Knorpelstrahlen (z. B. bei Pristiurus unter den Haien mindestens 11 für jede Extremität), deren jeder zwei Muskelknospen, nämlich eine dorsale Streck- und eine ventrale Beugeknospe aus jedem zugehörigen Myotom erhält.

Aus dieser Falte differenzierten sich vordere und hintere Extremitäten, deren Stützskelett an spangenförmigen Hartgebilden, den Extremitätengürteln, sich befestigen. Nach einer anderen Anschauung sind die letzteren als umgewandelte Kiemenbogen das Primäre, aus ihnen wachsen die Stützstrahlen der freien Extremität heraus, von denen ein besonders mächtiger der Hauptstrahl wird, auf den die anderen als Nebenstrahlen wirken (Archipterygium).

Während die Radien der Fische meist zahlreich, tritt bei den anderen Kranioten erstens eine Reduktion derselben auf 5 ein, indes zweitens die Radien selbst eine quere Gliederung mittels Gelenke erfahren: so ward aus der vierstrahligen Rudergliedmaße der Fische eine pentadaktyle Hebelextremität.

Die Flächenvergrößerung, welche die Ruderflossen der Fische erfahren, verlangte eine Steifung durch Hornfäden, akzessorische Cutisgebilde, die den andern Kranioten fehlen.

a) **Der Schultergürtel,** die Stütze der vorderen Extremität.

**Selachier.** Eine einfache gebogene Knorpelspange.

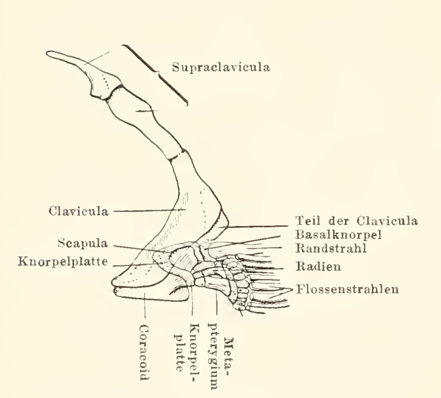
**Knochenfische.** Im Knorpel verknöchern eine kleine Scapula und Coracoid, darüber ein mächtiger Hautknochen (die Clavicula [Cleithrum]) mit aufgesetztem Supraclaviculare, am Schädel befestigt.

**Amphibien.** Dorsal von dem Extremitätenansatz eine meist nur zum Teil verknöchernde Knorpelplatte, die Scapula, ventral die Coracoidplatte, durch einen tiefen Einschnitt oder Fenster gegliedert in Coracoid und Procoracoid. Auf letzteres legt sich bei Anuren spangenförmig als Hautknochen eine Clavicula. Davor liegt ein Episternum, dahinter ein Sternum. Großes Episternum der Stegocephalen.

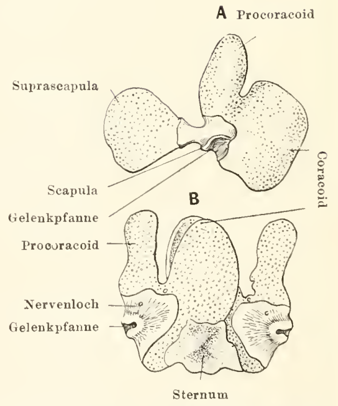
**Reptilien.** Clavicula unabhängig vom rudimentären Procoracoid. Coracoid mit Fensterbildungen. Episternum vorhanden. Clavicula der Krokodile rückgebildet. Bei Schildkröten Schultergürtel ventral nicht verwachsen. Rudimentär oder fehlend bei den fußlosen Formen.

**Vögel.** Scapula nach rückwärts gewandt als Säbelbein. Coracoid sehr kräftig, bei Ratiten gefensterte Platte; Clavicula mit der der Gegenseite zu Furcula verwachsen. Bei Ratiten oft rückgebildet.

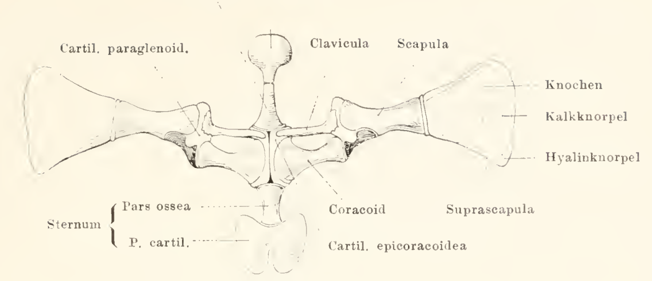
**Säugetiere.** Reptilienähnlichkeit der Monotremen: Coracoid mit dem Sternum verbunden, Episternum. Bei den übrigen Coracoid zurückgebildet zum Proc. coracoideus der Scapula. Clavicula bald stark entwickelt (Chiropteren, Primaten, Prosimier), bald fehlend (Ungulaten, Cetaceen, Carnivoren).



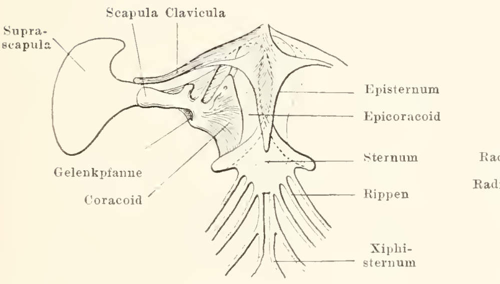

**130.** Schultergürtel und Brustflosse der Forelle (aus Wiedersheim).



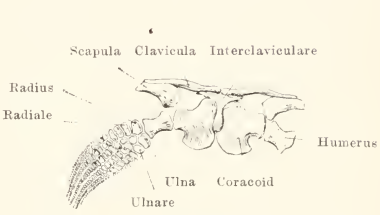

**131.** Schultergürtel von **Salamandra maculosa** (aus Wiedersheim). **A** von der Seite, **B** von vorn.



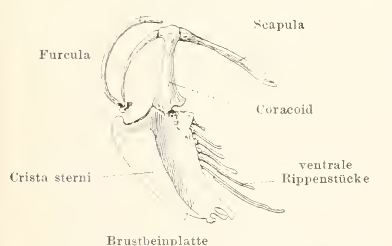

**132. Rana.** Schultergürtel und Brustbein, in der Fläche ausgebreitet. Nach Gaupp.



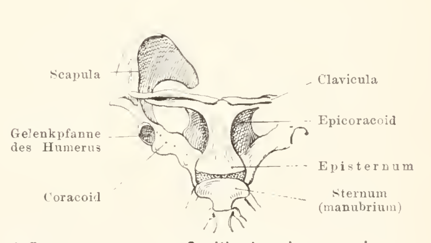

**133.** Schultergürtel von **Hemidactylus verrucosus** (aus Wiedersheim).




**133 a.** Brustgürtel von **Ichthyosaurus communis.** Aus v. Zittel.




**134.** Schultergürtel von **Larus marinus.**




**135.** Schultergürtel des **Ornithorhynchus paradoxus.**

**b) Der Beckengürtel,** die Stütze der hinteren Extremität.

**Selachier.** Die Beckenplatte ist eine einfache Querspange.

**Ganoiden.** Zwei in der Mittellinie zusammenstoßende Plättchen, ähnlich bei Knochenfischen.

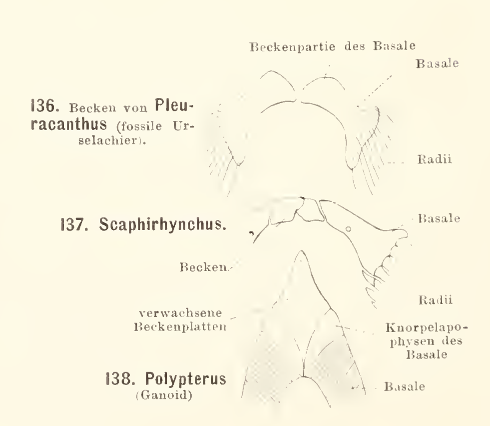
**Dipnoer.** Eine Knorpelplatte mit verschiedenartigen Fortsätzen.

**Amphibien.** Becken sondert sich in Pars pubica, ischiadica (ventral) und iliaca (dorsal), welch letztere sich an der Wirbelsäule befestigt. Dazu bisweilen eine Epipubisplatte. Verknöcherung von Ileum und Ischium bei Anuren, Pubis nur bei Dactylethra.

**Reptilien.** Pubis und Ischium rücken voneinander ab und bilden das Foramen pubo-ischiadicum, das besonders bei Krokodilen sehr weit ist. Häufig ein Epipubis und Praepubis. Bei Schlangen nur noch Reste eines Pubis. Bei fossilen Sauriern (Iguanodon) nach hinten gerichteter Fortsatz des Pubis, der zu den Vögeln überleitet.

**Vögel.** Ileum eine breite Platte, die im Bereich vieler Wirbel zum Synsakrum verwächst. Pubis und Ischium nach hinten gerichtete parallele Stäbe. Keine Symphyse.

**Säugetiere.** Ileum, Ischium und Pubis; die Symphyse von den beiden letzteren gebildet (Monotremen, Marsupialia, Ungulata, Carnivora, Insectivora) oder nur vom Pubis (Primaten). Epipubis bei Monotremen und Marsupialiern als Beutelknochen erhalten.




**136.** Becken von **Pleuracanthus** (fossile Urselachier).

**137. Scaphirhynchus.**

**138. Polypterus** (Ganoid)

Flossenträger

Flossenstrahlen

Nasale

Proc. spinosi

Praemaxilla

Gräten

Rippen

Maxilla

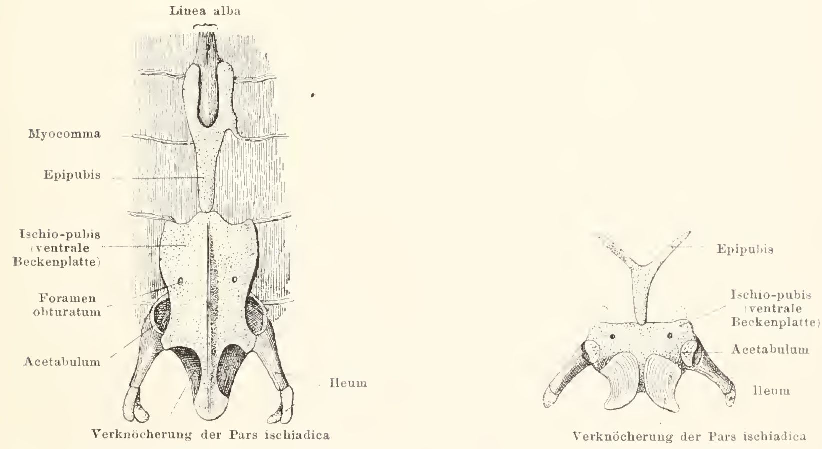
Brustflosse

Unterkiefer Quadratum Radii branchiostegi Opercula

Bauchflosse

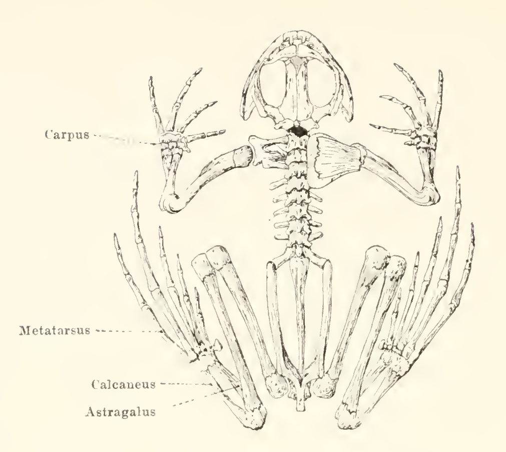
Becken

**139.** Schädel und Skelett des Vorderrumpfes von **Perca fluviatilis**, Flußbarsch.

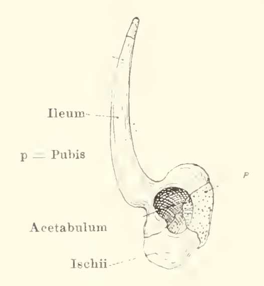



**140.** Becken von **Megalobatrachus.** Nach Wiedersheim.

**141.** Becken von **Salamandra.** Nach Wiedersheim.




**142.** Skelett des Frosches.

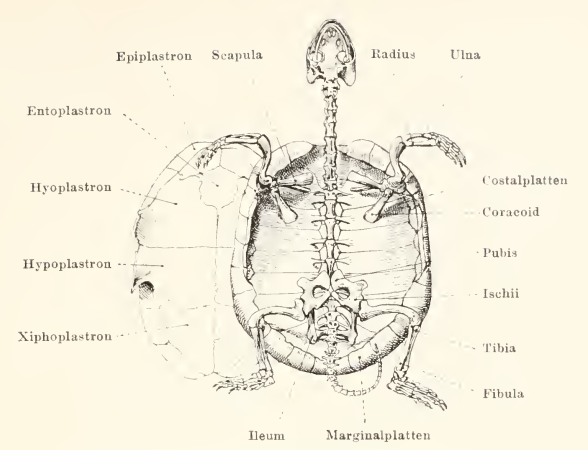



**143.** Becken von **Rana,** von der Seite gesehen.

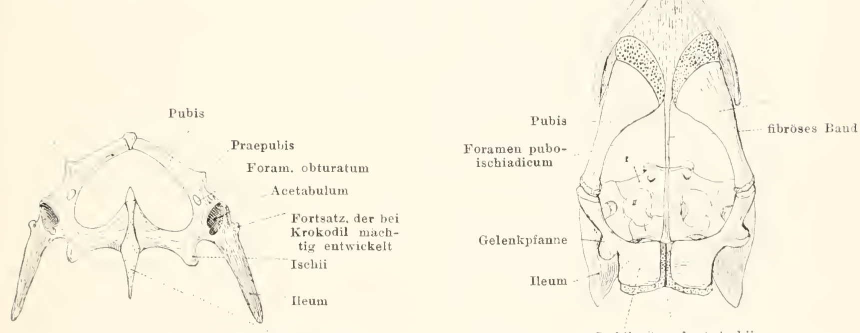



**144. Iguanodon Bernissartensis.**
Kreide.

**co** Coracoid **pp** Postpubis
**is** Ischii **sc** Scapula
**p** Pubis **I—V** Finger und Zehen

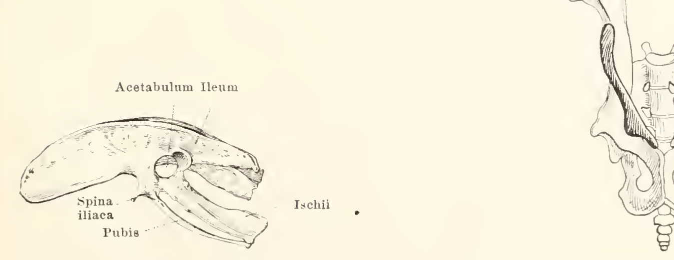



**145. Emys** (Cistudo) **lutraria** (= Testudo europaea); Südbayern. — Das Bauchschild ist abgesägt und danebeu gelegt.




**146.** Becken von **Lacerta vivipara.** Nach Wiedersheim.

**147.** Becken von **Alligator lucius.** Nach Wiedersheim.




**148.** Becken des **Apteryx.** Linke Seite.

**149.** Becken von **Phascolarctus cinereus** (aus Hayek).

### c) Die freien Extremitäten.

Die Regionen der Extremitäten gliedern sich folgendermaßen:

#### A. Vordere Extremität.

| | |
|---|---|
| 1. | Humerus |
| 2. | Radius und Ulna |
| 3. Handwurzel: = Carpus | Intermedium<br>Radiale und Ulnare<br>Centrale<br>fünf Carpalia |
| 4. Mittelhand: | fünf Metacarpalia |
| 5. | Phalangen der Finger |

#### B. Hintere Extremität.

| | |
|---|---|
| Femur | 1. |
| Tibia und Fibula | 2. |
| Intermedium<br>Tibiale und Fibulare<br>Centrale<br>fünf Tarsalia | 3. Fußwurzel = Tarsus |
| fünf Metatarsalia: | 4. Mittelfuß |
| Phalangen der Zehen | 5. |

Diesen Bezeichnungen entsprechen folgende älteren, dem Skelett der Säugetiere und des Menschen entnommenen Benennungen des Carpus und Tarsus:

#### I. Carpus.

| | | *Säugetier* | *Mensch* |
|---|---|---|---|
| Intermedium | | Lunare | Lunatum |
| Ulnare | | Pyramidale | Triquetrum |
| Radiale<br>Centrale | | Scaphoid | Naviculare |
| Carpale | 1 | Trapezium | Multangulum maius |
| „ | 2 | Trapezoides | Multangulum minus |
| „ | 3 | Magnum | Capitatum |
| „<br>„ | 4<br>5 | Unciforme | Hamatum |

#### II. Tarsus.

| | | *Säugetier* | *Mensch* |
|---|---|---|---|
| Intermedium<br>Tibiale | | Astragalus | Astragalus |
| Fibulare | | Calcaneus | Calcaneus |
| Centrale | | Naviculare | Naviculare |
| Tarsale | 1 | Cuneiforme 1 | |
| „ | 2 | „ 2 | |
| „ | 3 | „ 3 | |
| „<br>„ | 4<br>5 | Cuboides. | |

**Dipnoer.** Biseriales Archipterygium mit gegliederter Achse und zwei Strahlenreihen. Wohl die primäre Ausgangsform.

**Selachier.** Brustflosse aus einem basalen Teil bestehend, gegliedert in Pro-, Meso-, Metapterygium, an denen die Radien

sitzen. (Nur wenige jenseits des Metapterygium, uniserialer Typus.) Verlängerung der Radien durch Hornfäden. Bei Rochen langgestrecktes Propterygium am Schädel befestigt.

Bauchflosse mit nur zwei Basalstücken. Im männlichen Geschlecht mit Begattungsorganen (Gonapophysen).

**Ganoiden.** Nur bei den Crossopterygiern Brustflosse mit Pro-, Meso-, Metapterygium. Sonst direkte Befestigung von mehr oder weniger Strahlen am Schultergürtel.

**Teleostier.** Rudimentäre Radien (Carpalia und Tarsalia) und reiche Hornfäden.

**Amphibien.** Erstes Auftreten der pentadactylen Extremität (Chiropterygium). Die typischen Knochen alle angelegt, aber oft Verschmelzungen der Hand- und Fußwurzelknochen, sowie von Tibia und Fibula (Anuren), der mächtige Astragalus und Calcaneus der Anuren. Bei Gymnophionen verschwinden die Extremitäten während der Embryonalentwicklung.

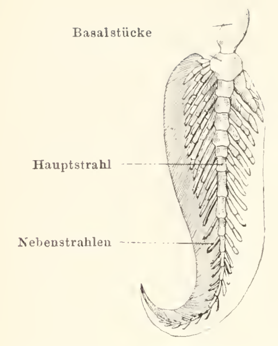
Meist vorne vier, hinten fünf Zehen.

**Reptilien.** Meist fünfzehige Extremität mit vollständigem Carpus. Bei der Hinterextremität überwiegt die Tibia gegen die Fibula. Bei Sauriern und Cheloniern verschmelzen die Knochen der proximalen und distalen Tarsalreihe mehr oder weniger, somit vogelähnliches Intertarsalgelenk. Reduzierte Flosse der fossilen Meersaurier. Flughand mit verlängertem fünften Finger der Pterosaurier. Fersenhöcker der Krokodile.

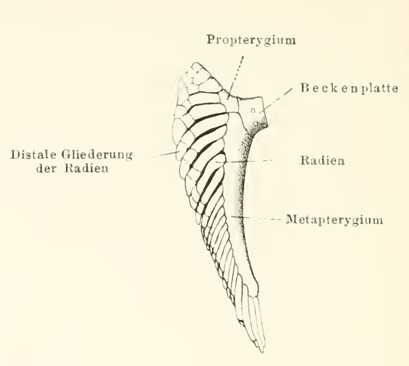
**Vögel.** Vordere Extremität (Flügel) mit Humerus, Radius und Ulna. Von den Karpalien der ersten Reihe zwei erhalten, die zweite Reihe mit den Metakarpalien zu zwei langgestreckten Knochen verschmolzen. Phalangenarme Reste der ersten drei Finger. Hier und da Krallen am Daumen oder auch dritten Finger (Strauß). Bei Archaeopteryx drei freie Finger mit Krallen.

Hinterextremität: Fibula rückgebildet, proximale Tarsalia mit Tibia zum Tibiotarsus, distale mit den zum Laufknochen verschmolzenen Metatarsalia zum Tarsometatarsus verschmolzen. (Typisches Intertarsalgelenk.) Höchstens vier Zehen.

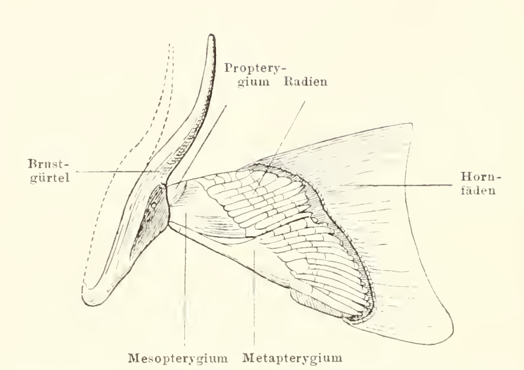
**Säugetiere.** Reiche Variation der Extremitäten, je nach Funktion. Häufig Verschmelzung von Karpal- und Tarsalknochen. Hintere Extremitäten fehlen den Cetaceen und Sirenen, vordere flossenartig. Bei Pinnipediern alle vier Extremitäten flossenartig. Flughand der Chiropteren mit verlängerten und durch Flughaut verbundenen Fingern 2—5. Reduktion der Zehen und Finger bei Ungulaten bis auf schließlich eine. Greifhand der Primaten.



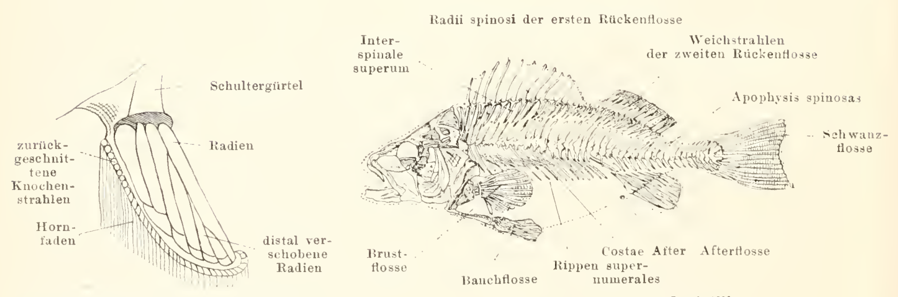

**150.** Brustflosse von **Ceratodus**, eine biseriale Anordnung der Radien zeigend. Nach Gegenbaur. Die Hornfäden sind nur auf der linken Hälfte eingetragen.




**151.** Rechte Bauchflosse von **Heptanchus**. Ventralansicht.

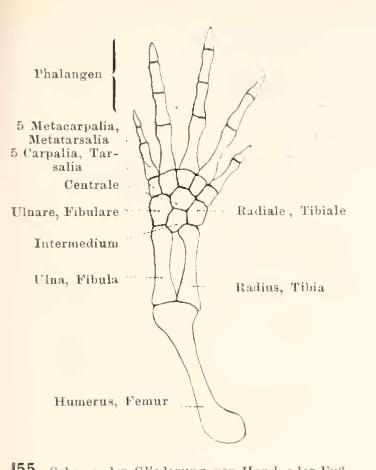



**152.** Schultergürtel und Brustflosse von **Heptanchus** (aus Wiedersheim).

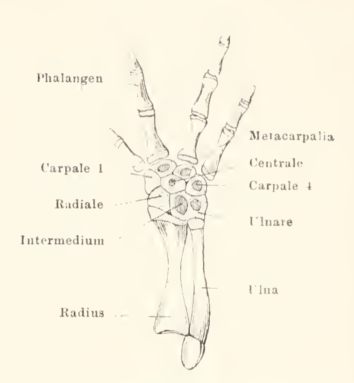



**153.** Linke Brustflosse (nach außen gedreht) von **Spatularia.** (Nach Wiedersheim.)

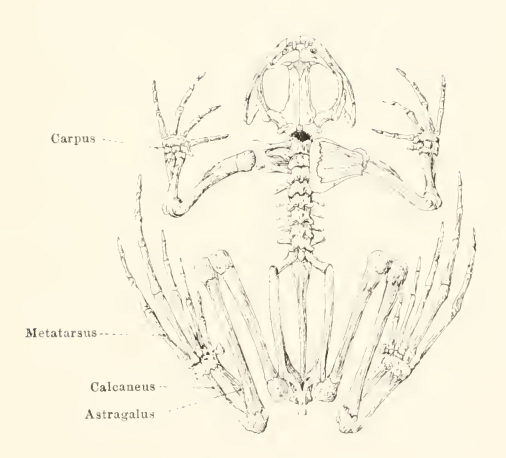
**154.** Skelett von **Perca fluviatilis.**



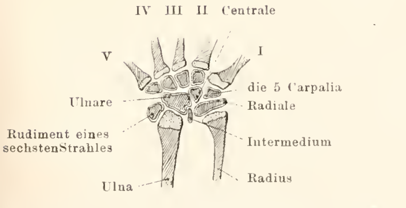

**155.** Schema der Gliederung von Hand oder Fuß. Nach Gegenbaur.



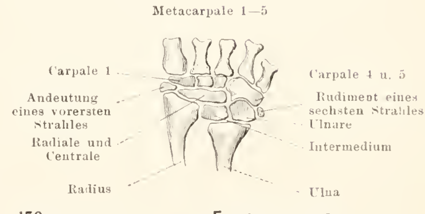

**156.** Rechte vordere Extremität von **Salamandra maculosa**, von oben.



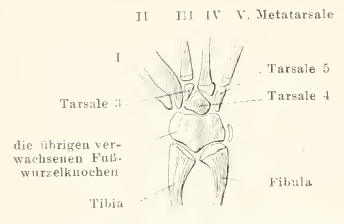

**157.** Skelett des Frosches.



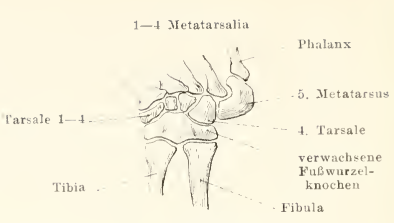

**158.** Linker Carpus von **Lacerta agilis**, von oben. Nach Wiedersheim.



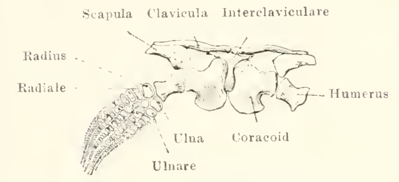

**159.** Rechter Carpus von **Emys europaea**, von oben. Nach Wiedersheim.



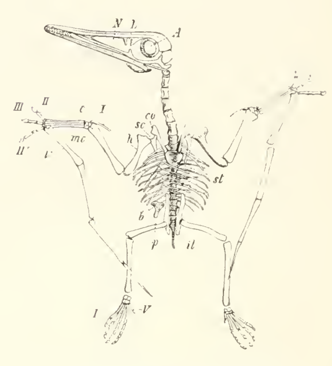

**160.** Rechter Tarsus von **Lacerta muralis**, von oben.




**161.** Rechter Tarsus von **Emys europaea**, Oberansicht. Nach Wiedersheim.




**162.** Brustgürtel von **Ichthyosaurus communis.** Aus v. Zittel.




**163. Pterodactylus spectabilis**, aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen.

von der Bauchseite
*A* Augenhöhle
*L* Tränenhöhle
*N* Nasenhöhle
*b* Bauchrippen
*c* Carpus
*co* Coracoid
*h* Humerus
*il* Ileum
*mc* Metacarpus
*p* Pubis
*sc* Scapula
*st* Sternum
*I—V* Finger u. Zehen
*I* Spannknochen.

zweiter Finger

dritter Finger

Radius

Ulna

letzter (freibeweglicher) Rückenwirbel; die davor und dahinter liegenden sind miteinander verschmolzen

Scapula, größtenteils verdeckt

Coracoid

Ilium, mit den Wirbeln verschmolzen

Clavicula

Ischii

Crista sterni

Pubis

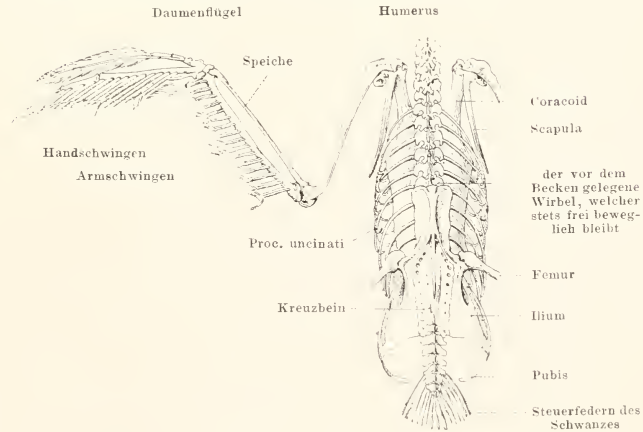
Tarso-tibiale

Tarsus (mit Intertarsalgelenk)

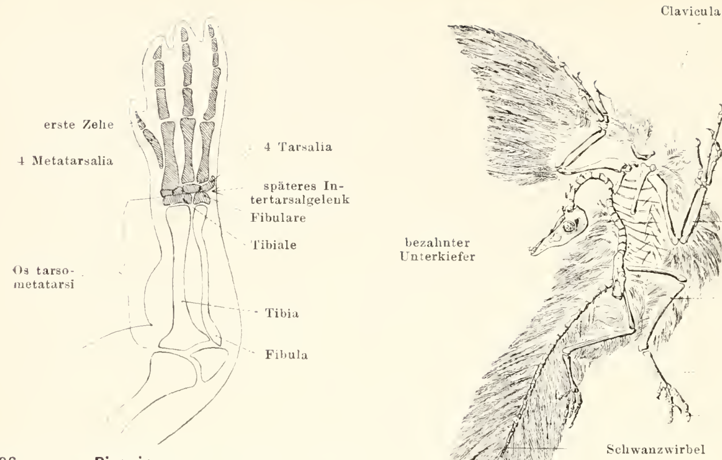
Tarso-metatarsi (unteres Stück des Tarsus ist mit drei Metatarsalia zu einem Stück verschmolzen)

1. Metatarsale, bleibt beweglich

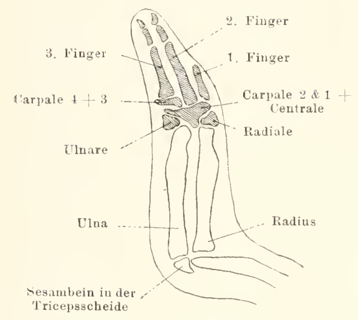
**164.** Linke Skeletthälfte vom Huhn. Nach Milne Marshall und Hurst.




**165.** Rumpfskelett mit den Steuerfedern von **Vulpanser tadorna**, Rückenansicht.

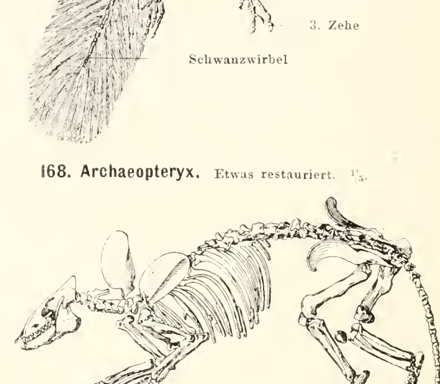



**166.** Fuß des **Pinguin**, vom 14. Tage der Bebrütung. Nach Studer.

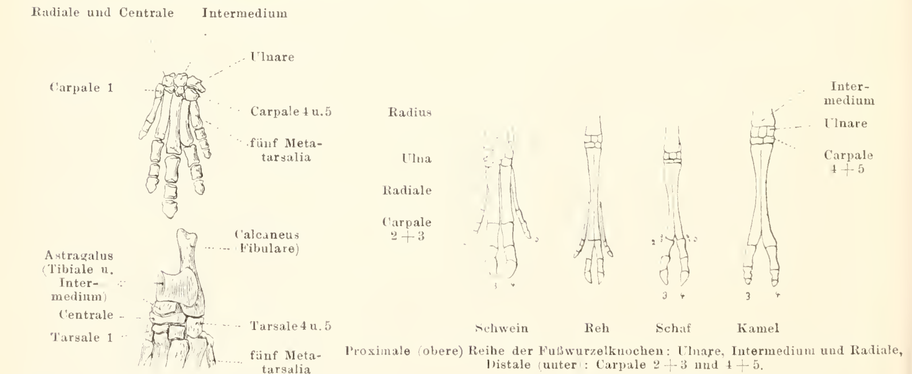



**167.** Flügel des Pinguin, **Eudytes**, 14. Tag der Bebrütung. Nach Studer.

**168. Archaeopteryx.** Etwas restauriert. 1/5.



**169. Phenacodus primaevus.** Untereocen Nordamerikas. Nach Cope.




**170.** Linker Vorderfuß und linker Hinterfuß von **Phenacodus primaevus.**

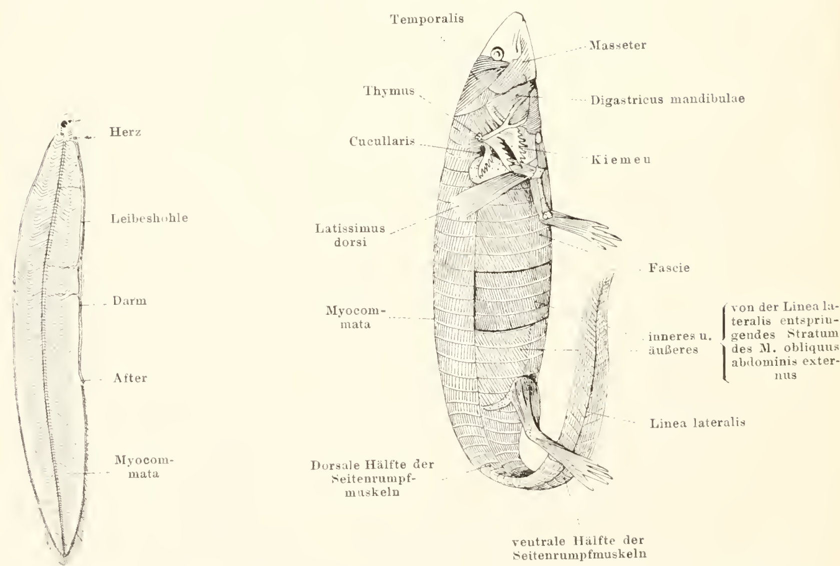
Proximale (obere) Reihe der Fußwurzelknochen: Ulnare, Intermedium und Radiale, Distale (untere): Carpale 2 + 3 und 4 + 5.

**171. Linke Vorderfüße.**

## 3. Die Muskulatur.

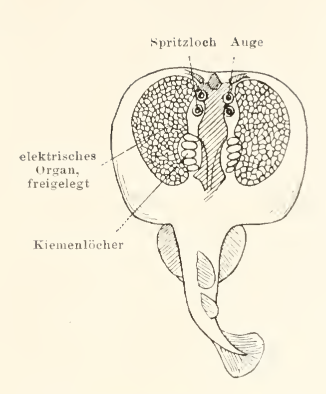
Sie besteht aus Derivaten der Somiten und der Seitenplatten. Die letzteren sind nur in der visceralen Muskulatur erhalten (Kiemenbogen und Kopfmuskulatur). Die ersteren bestehen in ihrer einfachsten Form rechts wie links aus einem, durch Myocommata in Segmente oder Myomeren geschiedenen „Seitenrumpfmuskel“, der durch eine bindegewebige Scheidewand in eine dorsale und eine ventrale Partie geteilt ist. Bei Fischen decken sich die Myomeren dachzieglig (Petromyzon) oder schieben sich kegelartig ineinander (Haie), indem die Kegelsysteme sich bis auf acht vermehren. — Alle anderen Muskeln sind Derivate der Seitenrumpfmuskeln: sie kommen zustande durch Teilung in proximalen und distalen Abschnitt, durch Spaltung in Schichten, durch Parallelspaltung. Wird ein Muskel unnötig, so verstärkt er einen benachbarten oder schwindet. Die Extremitätenmuskeln (Beuge- und Streckmuskeln) werden aus Knospen der Myomeren gebildet. Häufig Sehnenbildungen mit mechanischer Arbeitsleistung (Vogelfuß). Ventrale Lage der gesamten Flugmuskulatur der Vögel. Eine besondere Stellung nehmen die Augenmuskeln ein, die aus rudimentären Kopfsomiten entstehen, und das erst bei Säugetieren typische Zwerchfell (Atemmuskel).

Von Muskulatur abzuleiten sind die elektrischen Organe. Bei Malapterurus unter der Haut an den Körperseiten, bei Gymnotus in der ventralen Schwanzmuskulatur, bei Torpedo dorso-ventral angeordnet seitlich am Kopf. Bestehen aus prismatischen Kästchen.

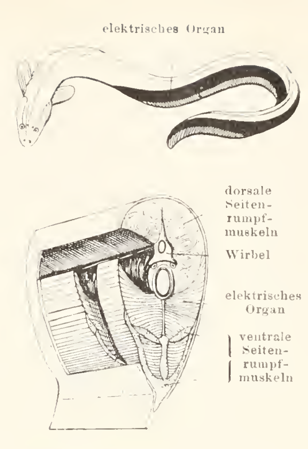



172. Junger **Aal**, sog. **Leptocephalus brevirostris**, in natürlicher Größe.

173. Gesamte Muskulatur des Axolotl. **Siredon pisciformis.** Nach Wiedersheim.




**174. Torpedo marmorata**, schematisiert.




**175. Gymnotus electricus.** Nach Wiedersheim.

## 4. Das Nervensystem.

Nachdem die Markplatte des Embryos sich zum Rückenmarksrohr geschlossen, wächst jederseits aus ihrem Randstreifen eine dorsale „Ganglienleiste“ hervor, aus welcher metamerisch die dorsalen Spinalganglien mit ihren sensorischen Nervenwurzeln Ursprung nehmen; die motorischen Spinalnerven dagegen entspringen direkt aus dem Grau der ventralen Gangliensäulen. Beide Wurzeln vereinigen sich jederseits, um dann einen Ramus dorsalis, R. ventralis und R. visceralis abzugeben; letztere treten untereinander zum maschigen Nervus sympathicus zusammen und versorgen Gefäße, Darmwand, Drüsen und Herz mit Geflechten. Die dorsale Wurzel ist vorwiegend sensibel, enthält aber auch die motorischen Nerven der visceralen Muskeln; die ventrale ist motorisch. Den Spinalganglien entsprechen im Kopf vielleicht die Acusticusganglien, das Ganglion jugulare des IX. und X. Kopfnerven, das Ganglion geniculi VII., petrosum IX., und nodosum X.

Das Nervensystem gliedert sich in Zentralorgane (Gehirn und Rückenmark) und die peripheren Nerven (Kopfnerven, segmentale Spinalnerven, sympathisches Nervensystem). Die Zentralorgane sind in Lymphräumen eingeschlossen durch Hirnhäute: einfach bei Fischen, doppelt (dura und pia mater) bei Amphibien und Sauropsiden. dreifach (dura, pia, arachnoidea) bei Säugern.

### a) Das Gehirn.

Es ist als vorderer Abschnitt des Rückenmarks aufzufassen. Mit der Ausbildung der Mundorgane, der Kiemen und Sinnesorgane hat sich das Gehirn in Abschnitte gegliedert, von denen nur der hinterste, die Oblongata oder Nachhirn, überall noch den typischen Bau des Rückenmarks erkennen läßt, während der vordere Teil vielfache Umwandlungen erfuhr und sowohl zu gewisser funktioneller Selbständigkeit, als auch zur Oberherrschaft über das gesamte Nervensystem gelangte, zumal infolge der Ausbildung gangliöser Anschwellungen, die nur indirekt mit den Endstätten der Sinnesnerven zusammenhängen und lediglich als Assoziationsgebiete niederer und höherer Ordnung erscheinen (Großhirnmantel, Corpora striata, Thalami optici und Hinterhirndach).

Im Embryo schwillt anfänglich die Hirnanlage zu drei Blasen auf.

Diese drei Hirnblasen gliedern sich alsbald folgendermaßen:

| primäre: | sekundäre Hirnblasen: |
|---|---|
| Proëncephalon oder Vorderhirnblase | Vorderhirn (Großhirn, Telencephalon. Hemisphaerium), Zwischenhirn (Diencephalon). |

Die Mittelhirnblase, Mesencephalon oder Corp. quadrigemina, gliedert sich nicht weiter.

| | |
|---|---|
| Hinterhirnblase | Kleinhirn. Hinterhirn oder Cerebellum, Nachhirn oder Medulla oblongata. |

Die in diesen fünf Hirnteilen liegenden Hohlräume heißen nach der alten Bezeichnung der menschlichen Anatomie: 1. und 2. Ventrikel die Hohlräume der Großhirnhemisphären, 3. Ventrikel der Hohlraum des Zwischenhirns, Aquaeductus Sylvii der des Mittelhirns, 4. Ventrikel der der Medulla.

Das **Nachhirn**, s. **Medulla oblongata**, zeigt im wesentlichen noch den Bau des Rückenmarks. Die ganglienlose Decke stützt ein Adergeflecht, bei dessen Entfernung die Rautengrube erscheint; in der Seiten- und Bodenwand verlaufen die Züge motorischer und sensorischer Nerven, und es birgt das Nachhirn die Kerne der Hirnnerven, V—X. Bei manchen Knochenfischen ist das Ursprunsganglion des Ramus lateralis vagi so stark entwickelt, daß es wie ein zweites Cerebellum erscheint. — Das Nachhirn enthält außerdem zahllose Kommissurenzellen, deren Achsenzylinder bis zum Mittel- und Zwischenhirn reichen: Träger komplizierter zusammenordnender Funktionen, ein „Assoziationssystem", welches allen Wirbeltieren zukommt und daher wohl wichtigen, überall gleichartigen Vorgängen dient. Bei Säugetieren treten die, mit der mächtigen Entwicklung der Hemisphären zusammenhängenden Pyramiden hinzu.

Die auffallenden Formverschiedenheiten des **Hinterhirns** oder **Cerebellum** selbst innerhalb einzelner Klassen kommen lediglich auf verschiedene Oberflächenvergrößerung hinaus, denn der histologische Bau zeigt überall den gleichen Typus. Dieser Hirnteil scheint mit der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts und des Muskeltonus, also der Lokomotion, in engster Beziehung zu stehen, ist daher z. B. gering entwickelt bei Kriechtieren, stark bei Schwimmern und Fliegern.

Bei den Haien und Knochenfischen ist das Hinterhirndach oft mächtig entfaltet, bei den Amphibien nur eine kleine Verdickung am Vorderrande der Rautengrube, bei schwimmenden Reptilien sehr groß, bei den kriechenden sehr klein; das sehr große Cerebellum der Vögel läßt einen quergefurchten Bügel (Wurm) und kleine seitliche Hemisphären unterscheiden, welche bei den Säugern sich bedeutend vergrößern und Kommissuren als „Brückenarme" um den Boden des Hinterhirns entsenden.

Das **Mittelhirn** enthält den kompliziertesten Mechanismus: mächtige Faserzüge strahlen in dasselbe ein, zahlreiche Bahnen entspringen aus ihm, und die reichsten Verknüpfungen zwischen rechter und linker Seite sind ihm übertragen bei allen Wirbeltieren in wesentlich übereinstimmender Weise. Das Dach, Corpora bi- oder quadrigemina, zeigt durchweg den gleichen Bau: in den dorsalen Schichten endet der Sehnerv, aus den ventralen entspringt ein sensibles Fasersystem, das tiefe Mark, welches ausschließlich mit Endpunkten sensibler Nerven in Verbindung steht; außerdem birgt es eine große Zahl intratektaler Assoziationsbahnen, nimmt auch Züge aus dem Thalamus, bei Warmblütern auch aus dem Großhirn auf und erscheint daher als wichtiges Assoziationsgebiet für sensible Eindrücke. Aus dem Grau an der ventralen Seite des Aquaeductus stammen u. a. die Fasern für Augenbewegungsnerven, des Oculomotorius und des Trochlearis. Die Basis des Mittelhirns wird vorwiegend von Längszügen eingenommen.

Bei Fischen und Vögeln (als scharfen Sehern) ist das Mittelhirn auffallend mächtig; bei Säugern verdickt sich die Basis des Mittelhirns durch vorbeiziehende Faserzüge.

Das **Zwischenhirn** stellt einen kurzen, schmalen Abschnitt dar. Die dünne Decke stützt das Adergeflecht und zeigt unpaare mediale Ausstülpungen: Paraphysis und Epiphysis. Auch der Boden zeigt eine mediale Trichtereinsenkung, das Infundibulum, welchem sich eine Tasche der Mundschleimhaut, die Hypophysis (als ursprünglich präoraler Darm?) anlegt. Frühzeitig buchten sich

aus dem Zwischenhirn die paarigen Augenblasen hervor. Dicht an der epithelialen Decke liegen, jederseits der Epiphyse, noch die Ganglia habenulae mit der Commissura habenularis und eintretenden Faserzügen, aus den hinteren Riechlappen und der Riechrinde, sowie einem ventralwärts gerichteten Faserzug. Die Seitenwände des Zwischenhirns bilden durch Verdickung die Thalami optici, Nervenzentren, welche zwischen Großhirn und fast alle hinteren Hirnabschnitte eingeschaltet sind.

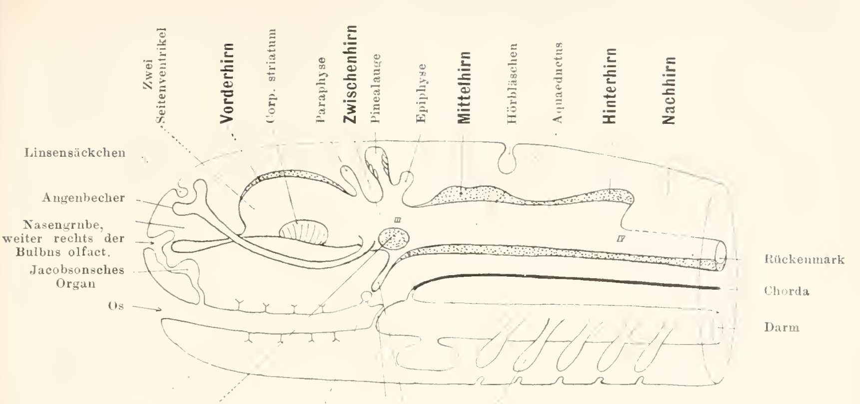
Vorn an der Grenze von Zwischen- und Vorderhirn liegt die Kreuzung der Sehnerven, das Chiasma nervorum opticorum, mit mehr oder minder vollständiger Faserkreuzung.

Bei Fischen wachsen zahlreiche Blutgefäße in die Trichterwand und bilden den Saccus vasculosus, vor 1 bis 2 Lobi inferiores: die Zirbel ist lang gestielt, gelangt bei einigen Haien bis unter die Haut. Bei Amphibien endet der Zirbelschlauch an der Kopfhaut. um später zu degenerieren, während ein Fortsatz der Zirbel bei den Reptilien häufig durch eine Lücke der Scheitelbeine tritt und das Parietalauge, Scheitelauge. bildet. Auch bei Cyclostomen erhalten.

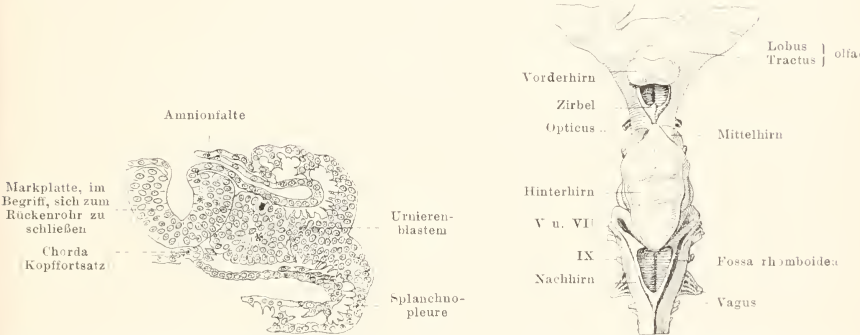
Das **Vorderhirn** zeigt die größten Verschiedenheiten in Struktur und Form des Daches. Bei den Fröschen nur mit dem Zwischenhirn verbunden, tritt es bei den übrigen Wirbeltieren noch mit dem Mittelhirn, bei Säugern auch mit der Oblongata in direkte Faserverbindung.

Allgemein unterscheidet man das Dach oder Pallium, von den Amphibien aufwärts durch eine Längsfalte in zwei „Hemisphären" gesondert, die paarigen Stammlappen oder Corp. striata, und die Riechlappen. — Das Pallium besteht bei den Knochenfischen noch aus einer Epithellamelle; bei Cyclostomen sind die Seitenwände, bei Haien auch die Vorderwand, bei den Luftatmern fast das ganze Pallium zu nervösen Gebieten verdickt. Im Gegensatz hierzu weisen die Stammlappen und der Riechapparat in der Reihe der Wirbeltiere nur unwesentliche Differenzen, nämlich wesentlich nur in bezug auf die Größe auf. Mächtige Ausbildung der Lobi olfactorii bei Selachiern. Die Rinde des Vorderhirns dient jenen höchsten geistigen Assoziationsfähigkeiten als Unterlage, welche erlernt werden können und welche unter Benutzung von Erinnerungsbildern hervortreten. Der Rinde werden solche Erregungen zugeleitet, welche in den tiefergelegenen primären Hirnzentren ihre erste Endstätte gefunden hatten, und aus ihr gehen Bahnen zu tieferen Hirngebieten hinab, um Bewegungen usw. auszulösen. — In der Tierreihe tritt zuerst die Riechrinde auf, bei den Vögeln gesellt sich die Sehrinde hinzu, unter gleichzeitiger mächtiger Ausbildung des Faserzuges von den Endstätten des Sehnerven im Mittelhirndach zum occipitalen Hirngebiete. Noch komplizierter sind die Funktionen des Hirnmantels bei den Säugern: hier wuchern die Hemisphären rückwärts über Zwischen- und Mittelhirn hinüber, wodurch ihr Hinterrand in einen Spitzbogen (fornix) ausgezogen wird; bei den höheren Säugetieren verdickt sich die Kommissur des Daches zu einem breiten Balken (Corpus callosum).

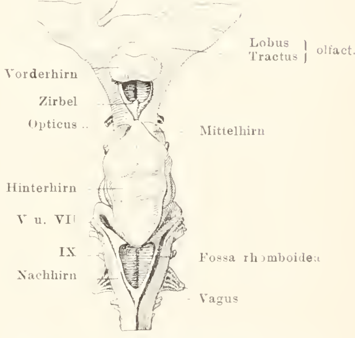
Durch ungleichartige Ausbildung und durch Zusammendrängen der Hirnblasen vollziehen sich bei den Amnioten Knickungen: Scheitelbeuge (Kopfbeuge), Brückenbeuge, Nackenbeuge, die jedoch bei den Reptilien durch Streckung später wieder ausgeglichen werden. Hirnrinde glatt oder gefurcht. Glatt bei manchen Beuteltieren, Insektivoren, auch Prosimiern, gefurcht schon bei Monotremen, am reichsten bei Primaten.



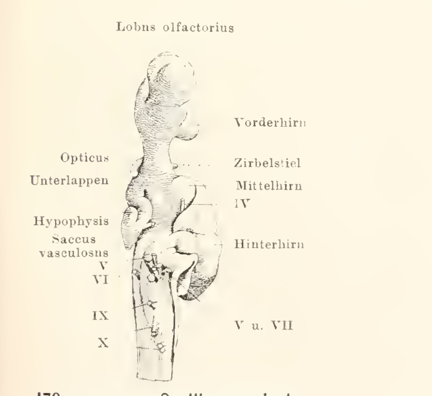

**177. Ideales Schema des Gehirns.** III dritter Ventrikel — IV vierter Ventrikel.



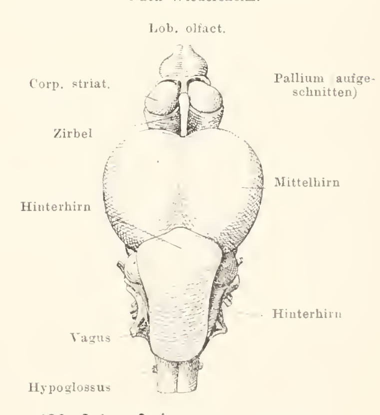

**176.** Querschnitt durch einen **Schafembryo** von 16½ Tagen, mit 6 Paar Ursegmenten. 140/1. Nach Bonnet.



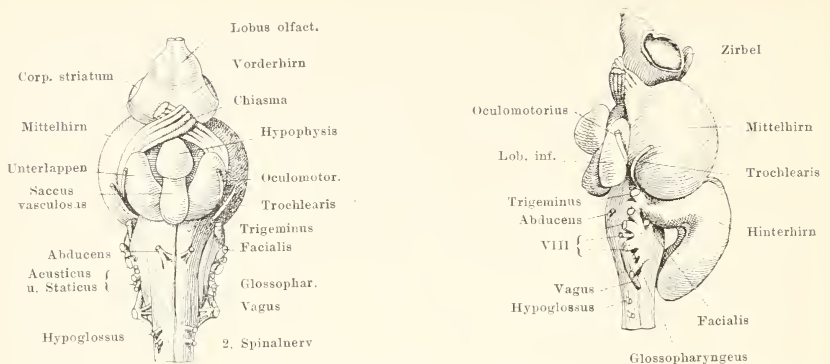

**178.** Gehirn von **Scyllium canicula**, dorsal. Nach Wiedersheim.




**179.** Gehirn von **Scyllium canicula.** Profilansicht. Nach Wiedersheim.

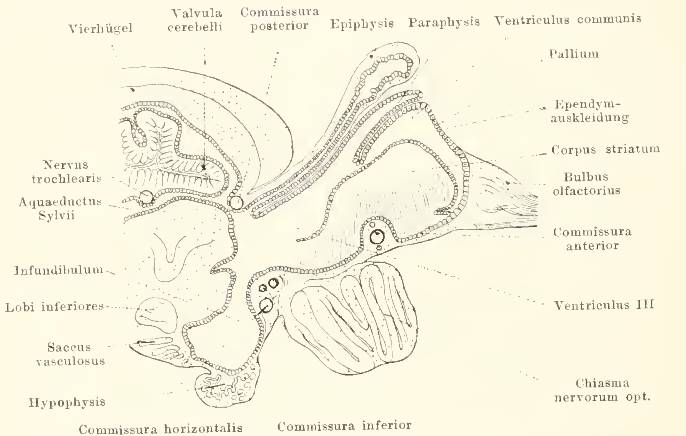



**180. Salmo fario.** Nach Wiedersheim.

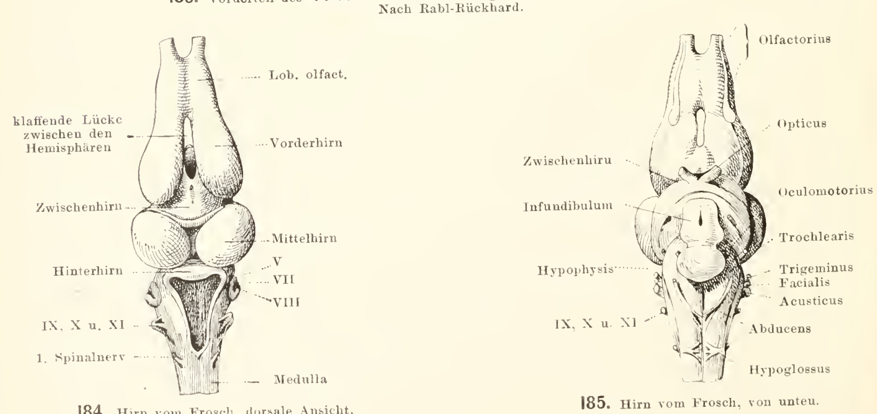



**181.** Gehirn von **Salmo fario,** ventral. Nach Wiedersheim.

**182.** Gehirn von **Salmo fario,** Seitenansicht. Nach Wiedersheim. Der Mantel des Vorderhirns ist angeschnitten, um das Corpus striatum zu zeigen.

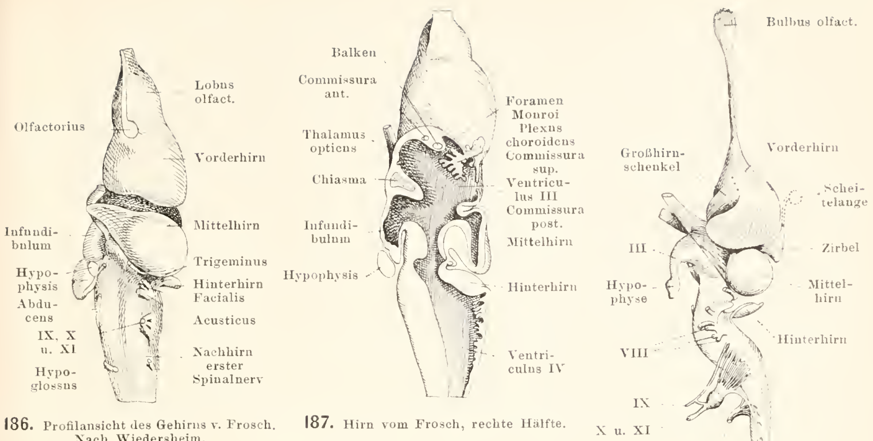



**183.** Vorderteil des **Teleostier-**Gehirns im sagittalen Längsschnitt (Bachforelle). Nach Rabl-Rückhard.




**184.** Hirn vom Frosch, dorsale Ansicht.

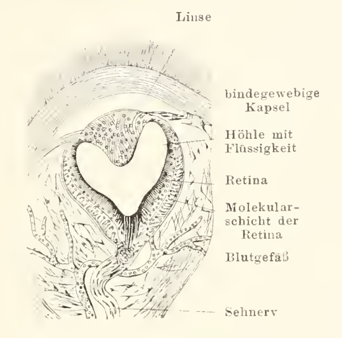
**185.** Hirn vom Frosch, von unteu.



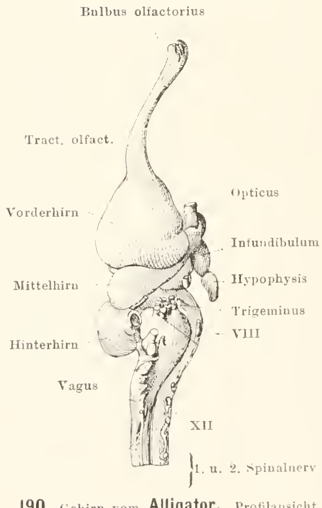

**186.** Profilansicht des Gehirns v. Frosch. Nach Wiedersheim.

**187.** Hirn vom Frosch, rechte Hälfte.

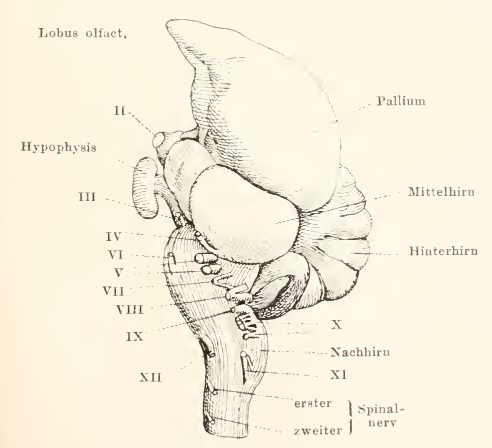
**188.** Profilansicht eines Gehirns von **Hatteria punctata.** Nach Wiedersheim.




**189.** Längsschnitt durch das Pinealauge von **Hatteria.** Nach Spencer.




**190.** Gehirn vom **Alligator.** Profilansicht. Nach Wiedersheim.




**191.** Gehirn der **Haustaube.** Profilansicht. Nach Wiedersheim.

### b) Das Rückenmark

mit Zentralkanal füllt meist seinen Kanal nicht ganz aus und endet zugespitzt mit einem Filum terminale. Oft Anschwellungen in den verschiedensten Regionen. Im Querschnitt Sonderung in graue und weiße Substanz (undeutlich bei Teleostiern).

### c) Das periphere Nervensystem.

Die segmentalen Körpernerven von obengenannter Zusammensetzung sind besonders kräftig und in mehreren Segmenten wurzelnd (Plexus) für die Extremitätenversorgung entwickelt (Brachialis, Ischiadicus).

Die Ganglien des **Sympathicus** stammen direkt von den Spinalnerven ab, aus denen sie sich ventralwärts einzeln ablösen, um dann gegeneinander zu wachsen und sich zum Grenzstrang zu verbinden. Sein Verbreitungsgebiet ist der Tractus intestinalis, das Gefäßsystem und die drüsigen Körperorgane.

Ein selbständiger Grenzstrang fehlt noch den Cyclostomen und Dipnoern, wennschon Plexusbildungen vorhanden sind, während Teleostier z. B. schon einen Kopfteil des Sympathicus aufweisen. Auch bei den Amphibien zeigt der Grenzstrang noch sehr verschiedene Stufen der Ausbildung.

**Die Gehirnnerven** entsprechen mit Ausnahme der beiden ersten Teilen von Spinalnerven.

Ganz vorne liegt bei Selachiern und Dipnoern der N. terminalis (Beziehungen zur Riechschleimhaut).

**I. N. olfactorius.** Vom Bulbus olfact. ausgehende Riechnervenfäden, die bei den Mammalien (außer Ornithorhynchus) eine Siebbeinplatte durchsetzen.



**II. N. opticus.** Seiner Entwicklung nach ein Hirnteil. Stets ein Chiasma. Bei Teleostiern vollständig getrennte Kreuzung. Sonst Durchflechtung, am kompliziertesten bei den Säugetieren.

**III. N. oculomotorius** innerviert bei allen Cranioten den M. rectus sup., inf., int. und M. obliquus inf. des Auges. Eingeschaltet G. ciliare. Unsicher, ob er einer vorderen Wurzel (zu einem Trigeminusast) oder einem R. visceralis entspricht.

**IV. N. trochlearis** mit intracerebraler Kreuzung innerviert nur den M. obliquus sup. des Auges.

**V. N. trigeminus** teilt sich nach Durchtritt durch Ganglion Gasseri in 1. Ramus ophthalmicus (superficialis und profundus), ist rein sensibel und stellte einen dorsalen Spinalnerven dar. 2. Ramus maxillaris mit 3. R. mandibularis als Trig. II bezeichnet. R. maxillaris rein sensibel mit G. sphenopalatinum versorgt den Oberkieferteil der Palatoquadratspange. R. mandibularis gemischt. Der motorische Teil (ein R. visc.) versorgt die verschiedenen Kiefermuskeln und ihre Derivate, der sensible Teil als R. mandibularis und lingualis die betr. Gebiete (Gangl. oticum und submaxillare). Der Trigem. ist der Nerv des Palatoquadratbogens.

**VI. N. abducens.** Versorgt den M. rectus ext. des Auges, wo vorhanden den Retractor bulbi und die Nickhautmuskeln.

**VII. N. facialis,** der Nerv des Zungenbeinbogens mit Gangl. geniculi (gabelt sich um das Spritzloch herum). Sensibler Teil versorgt hauptsächlich die Kopfsinnesorgane der Wassertiere, fehlt also den Landtieren. Ramus palatinus und Chorda tympani haben viele Beziehungen zum Trigeminus. Vorwiegend motorisch ist der posttrematische R. hyomandibularis, der die mimische Muskulatur hauptsächlich versorgt.

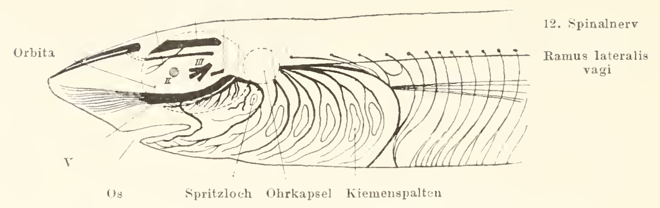
**VIII. N. acusticus,** gemeinsam mit dem Facialis entspringend. versorgt das innere Gehörorgan, dessen Komplikation seine Äste entsprechen.

**IX. N. glossopharyngeus** ist der Nerv des 1. Kiemenbogens. Versorgt von den Dipnoern aufwärts die Geschmacksorgane der Zunge.

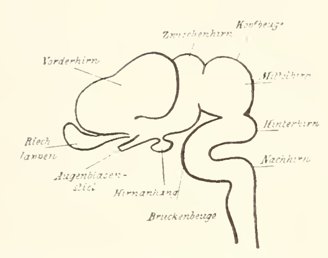
**X. N. vagus.** Aus zahlreichen Spinalnerven verwachsen ist der Nerv der übrigen Kiemenbogen. Versorgt außerdem Oesophagus, Magen, Darmteile, Herz, Lunge, Schwimmblase. R. lateralis in der Seitenlinie der Fische wohl ursprünglich dem Vagus fremd.

**XI. N. accessorius** ist ein abgespaltener Teil des Vagus (Amphibien), dem sich mehrere dorsale Spinalnerventeile angliedern (Säugetiere). Innerviert Teile des Kehlkopfes und der Halsmuskulatur.

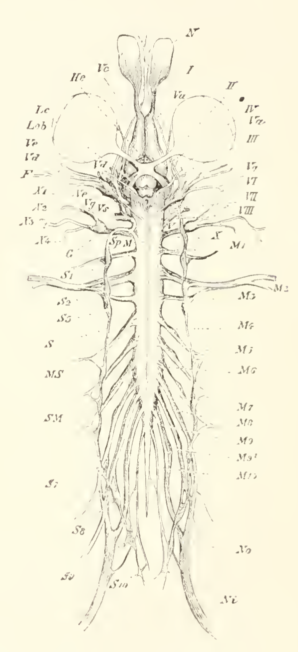
**XII. N. hypoglossus,** aus spinooccipitalen Nerven der Anamnier, die dem Schädel assimiliert werden unter Rückbildung der dorsalen Wurzeln, bei den Amnioten entstanden. Versorgt vorzugsweise die Zungenmuskeln.




**192.** Kopfnerven und Plexus axillaris von **Scyllium.** Nach Wiedersheim.




**192 a.** Schema der Hirnbeugen eines Säugetiers.




**193.** Nervensystem des **Frosches.** Nach Ecker.

**I—X** Die Hirnnerven.
**M 1—M 10** Rückenmarksnerven, welche bei SM schlingenartige Verbindungen mit den Ganglien **S 1—S 10** zeigen.
**F** Nervus facialis.
**G** Ganglion Nervi vagi.
**He** Vorderhirn.
**Lc** Tractus opticus.
**Lob** Lobi optici, Mittelhirn.
**M** Rückenmark.
**N** Nasensack
**Ni** Nervus ischiadicus.
**No** Nervus obturatorius.
**S** Sympathicus
**o** Bulbus oculi
**Va—Ve** Trigeminusäste.
**Vg** Ganglion Gasseri.
**Vs** Verbindung des Sympathicus mit dem Ganglion Gasseri.
**X 1—X 4** Vagusäste.

## 5. Die Sinnesorgane.

Sie sind die Vermittler zwischen Zentralorganen und Außenwelt.

### a) Hautsinnesorgane.

Sie finden sich in verschiedener Form überall vor. Besonders bemerkenswert die mit dem Balancesinn in Beziehung stehenden Seitenorgane in der Seitenlinie und den Kopfkanälen der Fische und Urodelen. Bestehen aus zahlreichen Sinnesknospen; Lorenzinische Ampullen der Selachier.

## b) Das Geruchsorgan

entsteht als paarige Einsenkung des embryonalen Integuments. Das Riechepithel steht durch starke Leitungsbahnen mit dem Gehirn in Verbindung.

Schon bei den Amphibien beginnt die Vergrößerung der Riechfläche durch Vorsprünge der skelettogenen Schicht, sog. Muscheln. — Durch Ausbildung eines sekundären Gaumens und Vorwachsen des Gesichtsschädels wird das Riechorgan von den Reptilien aufwärts mehr und mehr kompliziert. Sauropsiden besitzen auch nur eine Muschel. — Bei den Mammalien erzeugt das Siebbein ein wabiges „Siebbeinlabyrinth“ mit seinen „Riechwülsten“ oder Muscheln, während die von den Reptilien überkommene eigentliche „Muschel“ ihr Riechepithel verloren und als „Nasoturbinale“ die Bedeutung eines Luftfilters und Erwärmungsapparates erlangt hat. — Nasendrüsen.

Als **Jacobsonsches** Organ bezeichnet man paarige Nebennasenhöhlen, die sich in embryonaler Zeit von den Nasenhöhlen abschnüren und durch besondere Öffnung mit der Mundhöhle in Verbindung treten. Bei Amphibien zuerst auftretend, zeigen sie sich bei Beuteltieren, Edentaten, Insektivoren, Nagern, Raubtieren und Huftieren ausgebildet, sind beim Menschen rudimentär.

**Cyclostomen.** Unpaarer Nasensack mit blattartigen Schleimhautfalten; bei Petromyzonten blind geschlossen, bei Myxinoiden in die Mundhöhle geöffnet. Umschlossen von Knorpelkapsel. Liegt dorsal.

**Selachier.** Paarige blindgeschlossene Säcke, durch Nasenmundrinne mit dem Mund in Verbindung. Liegen ventral.

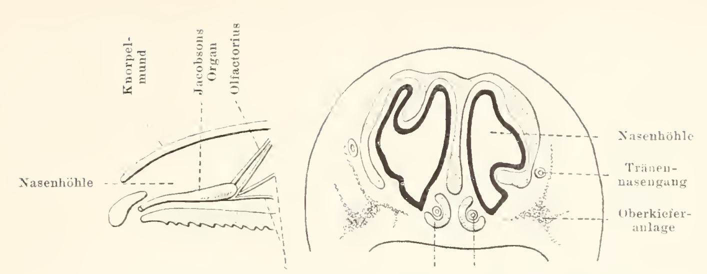
**Pisces.** Seitliche oder dorsale Nasenlöcher, oft in zwei eingeteilt. Bei Dipnoern zuerst Choanen.

**Amphibia.** Bei Urodelen mehr fischartig, bei Anuren eine Nasenhöhle, oft mit Nebenhöhlen (Jacobsonsches Organ). Erstes Auftreten des Tränennasengangs. Erstes Unterscheiden eines oberen olfaktorischen und unteren respiratorischen Abschnittes der Höhle.

**Reptilia.** Ausbildung einer Nasenmuschel. Lage der Choanen und der Nasenhöhle zum harten Gaumen siehe beim Schädel. Jacobsonsches Organ bei Sauriern und Ophidiern ist Abschnürung der ventralen medialen Nasenhöhlenwand, die mit der Mundhöhle in Verbindung tritt.

**Aves.** Zu der ursprünglichen Muschel (Maxilloturbinale) tritt eine obere Muschel (Nasoturbinale). Oft stark aufgerollt.

**Säugetiere.** Maxilloturbinale trägt kein Riechepithel mehr. Dafür die oft sehr zahlreichen und komplizierten neuen Ethmoturbinalia (Siebbeinlabyrinth). Rückbildung der Nase und Scheitellage der Öffnungen bei Cetaceen. Häufig Nebenhöhlen. Jacobsonsches Organ besonders bei Monotremen gut ausgebildet, bis zum Menschen in Rudimenten erhalten, kommuniziert durch Stensonschen Gang mit der Mundhöhle. Äußere Nase, Rüssel.




**194.** Schematischer Längs- und Querschnitt durch die Nasenhöhle mit Jacobsonschem Organ (aus Wiedersheim).

### c) Das Sehorgan.

Während ziemlich allgemein die Sinneswerkzeuge der Tiere aus dem embryonalen Ektoderm hervorgehen und erst sekundär mit den Sinnesnervenfasern in Verbindung treten, machen die Augen der Wirbeltiere hiervon eine merkwürdige Ausnahme: die paarigen Augen (wie auch das Scheitelauge) entstehen durch Ausbuchtung des primären Vorderhirns in Gestalt von Hirnbläschen.

Die Augenblasen gestalten sich zum Augenbecher (195) durch Einsenkung der Linsengrübchen; die hintere Wand dieses Linsensäckchens wächst zu Linsenfasern aus, die vordere wird Linsenepithel.

Aus der Innenwand des Augenbechers geht die Retina hervor. aus der Außenwand die Pigmentschicht; die Becheröffnung verengert sich zur Pupille.

Durch die fötale Augenspalte wuchert Bindegewebe in den Becherraum und bildet den Glaskörper. Auch der anfangs röhrenförmige Augenblasenstiel faltet sich der Länge nach rinnenartig ein, nimmt die Arteria centralis retinae auf und schließt sich um dieselbe; der Gefäßstiel persistiert im Corpus vitreum bei den nahsichtigen Fischen als Campanula Halleri mit dem Retractor lentis als Akkomodationsorgan, bei Reptil und Vogel als Pecten.

In der Retina finden sich bei Fischen die längsten Stäbchen, bei Sauropsiden walten die (phyletisch älteren) Zapfen vor, welche bei manchen Reptilien, allen Vögeln und den Beuteltieren gefärbte Öltropfen bergen. Allgemein findet sich eine, im Vogelauge zwei, durch Vorwiegen der Zapfen ausgezeichnete Macula lutea des deutlichsten Sehens.

Bei Lungenatmern befestigt die Zonula Zinnii, ein Ringband, die Linse am Ciliarkörper, in welchem zirkuläre und radiäre Muskelfasern die Krümmung der Linse und damit ihre Brennweite rasch zu ändern vermögen. Vor dem Auge wandelt sich die Haut zur durchsichtigen Cornea um. Als Hilfsorgane gesellen sich hinzu: oberes und unteres Augenlid, die Nickhaut, die Tränendrüse und die Hardersche Drüse. Das in den Lidgruben sich ansammelnde Sekret wird durch den Tränennasenkanal in die Nasenhöhle befördert. — Die Sklera des Augapfels ist bei den Sauropsiden durch Sklerotikalplatten gestützt. Rückbildung der Augen bei im Dunkeln lebenden Tieren und den parasitierenden Cyclostomen. Die typischen Augenmuskeln sind die vier Recti (inf., sup., zwei ext.) und die Obliqui (sup. und inf.).

**Cyclostomen.** Augen unter der Haut, rudimentär, bei Myxinoiden keine Linse, Cornea, Augenmuskeln.

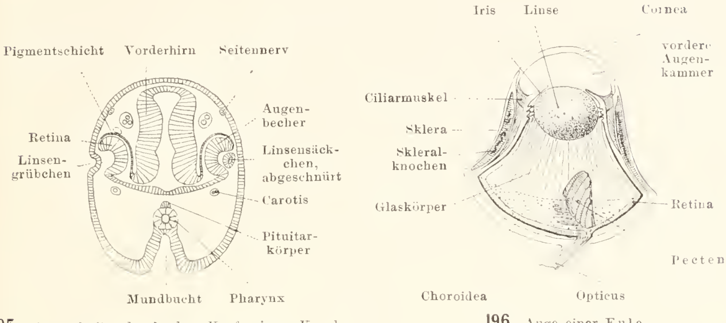
**Fische.** Linse kugelig, Akkomodation durch Zurückziehen mittels Proc. falciformis und Campanula Halleri. Hornhaut flach. Hinter der Chorioidea die Argentea der Teleostier, Tapetum lucidum der Selachier. Sklera oft verknorpelt oder verknöchert. Nickhaut mit eigener Muskulatur bei Selachiern.

**Amphibien.** Linse durch Ciliarmuskel akkomodiert, Hornhaut gewölbt. Nickhaut, Tränendrüse, Musc. retractor bulbi.

**Reptilien und Vögel.** Linsenakkomodation durch Ciliarmuskel. Gefäßreicher Einwuchs in die Augenkammer (Pecten), bei Reptilien schwach, Vögeln stark. Knöcherner Sklerotikalring. Teleskopform des Vogelauges. Oberes und unteres Augenlid (bei Chamaeleon

ringförmig). Nickhaut mit Musc. quadratus und pyramidalis, Nickhautdrüse (Hardersche Drüse) und Tränendrüse.

**Säuger.** Gewölbte Cornea, oft leuchtendes Tapetum. Musc. trochlearis entspringt hinten in der Orbita und läuft über eine Rolle. Nickhaut im inneren Augenwinkel: rudimentär bei Cetaceen und Primaten. Desgl. die Hardersche Drüse.




**195.** Querschnitt durch den Kopf einer Kaulquappe, vor dem Ausschlüpfen; etwas schematisiert: links ist das Auge in etwas jüngerem Entwicklungsstadium gezeichnet, als rechts. — Die Chorda reicht nicht so weit nach vorn, um im Schnitt getroffen zu werden.

**196.** Auge einer Eule.



**197.** Stäbchen u. Zapfen der Retina des Falken. Zapfen m. farbiger Ölkugel. Nach Max Schultze.

### d) Die Labyrinthorgane

erfüllen eine doppelte Funktion: als statisches Sinneswerkzeug bringen sie die Gleichgewichtsveränderungen zum Bewußtsein, und außerdem vermitteln sie die Wahrnehmung gewisser Wellenbewegungen als Geräusch und Ton.

Sie entstehen beiderseits durch grubenartige Einsenkungen des embryonalen Ektoderm, die sich zum Bläschen abschnüren, nur bei Haifischen persistiert die Verbindung mit der Außenwelt als Ductus endolymphaticus. Jedes Bläschen gliedert sich in Utriculus mit den Bogengängen und in Sacculus mit Lagena (Schnecke). Dieses mit Endolymphe gefüllte „häutige Labyrinth" ist von Perilymphe umgeben und weiter von Knorpel oder den Ossa otica (knöchernes Labyrinth) umhüllt.

Das Innenepithel ist an sieben, bei Fröschen und Sauropsiden an acht Stellen zu Sinneszellen mit Sinneshaaren umgewandelt, welche als Cristae oder Maculae erscheinen. Bei Säugern fehlen die Macula neglecta und M. lagenaris, während die Papilla acustica basilaris zum tonempfindenden Cortischen Organe sich verfeinert.

Die Ampulle jedes halbzirkelförmigen Kanals birgt eine Crista statica mit langen Sinneshaaren.

Der Utriculus besitzt die Macula acustica (recessus) utriculi und die Macula neglecta.

Im Sacculus befinden sich die Macula sacculi und M. lagenae; letztere bei Amphibien schon die Papilla acustica abgliedernd.

An den Maculae acusticae stecken die kurzen Härchen in einer faserigen Deckmembran, die kleine Kristalle bergen oder (bei Knochenganoiden und Knochenfischen) große Kalkplatten oder Statolithen.

Bei den luftatmenden Wirbeltieren erlangt das Labyrinth erhöhte Bedeutung und feineren Ausbau. Zugleich bedarf die Überleitung des Schalls in den endolymphatischen Raum des Labyrinths, die bei den Fischen durch die unmittelbar unter der Haut gelegene Schädelkapsel vermittelt wird, bei den Lufttieren ganz besonderer Hilfswerkzeuge, nämlich 1. gespannter vibrierender Membranen (Trommelfell, Membran der Fenestra ovalis und F. rotunda in der Wand des knöchernen Labyrinthes) mit 2. angefügtem Regulierapparat, den Gehörknöchelchen, und 3. zuführender Schallwege: der erste, zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen liegende Kiemenspalt, der sich in Gehörgang der Säugetiere und Paukenhöhle mit Tuba Eustachii gliedert; ferner die Ohrmuschel der Säugetiere, als schallfangende Hautfalte.

Amphibien und Sauropsiden besitzen nur einen Gehörknochen die Columella (Hyomandibulare der Fische), deren Enden in Paukenfell und ovales Fenster beweglich eingefügt sind; bei den Mammalien schiebt sich zwischen Stapes (Columella) und Trommelfell noch der Incus (Quadratum) und der Malleus (Articulare des Unterkiefers) ein und bildet so eine federnde Knochenreihe, welche starke Erschütterungen des Trommelfells abgeschwächt, schwache dagegen verstärkt auf das ovale Fenster überträgt.

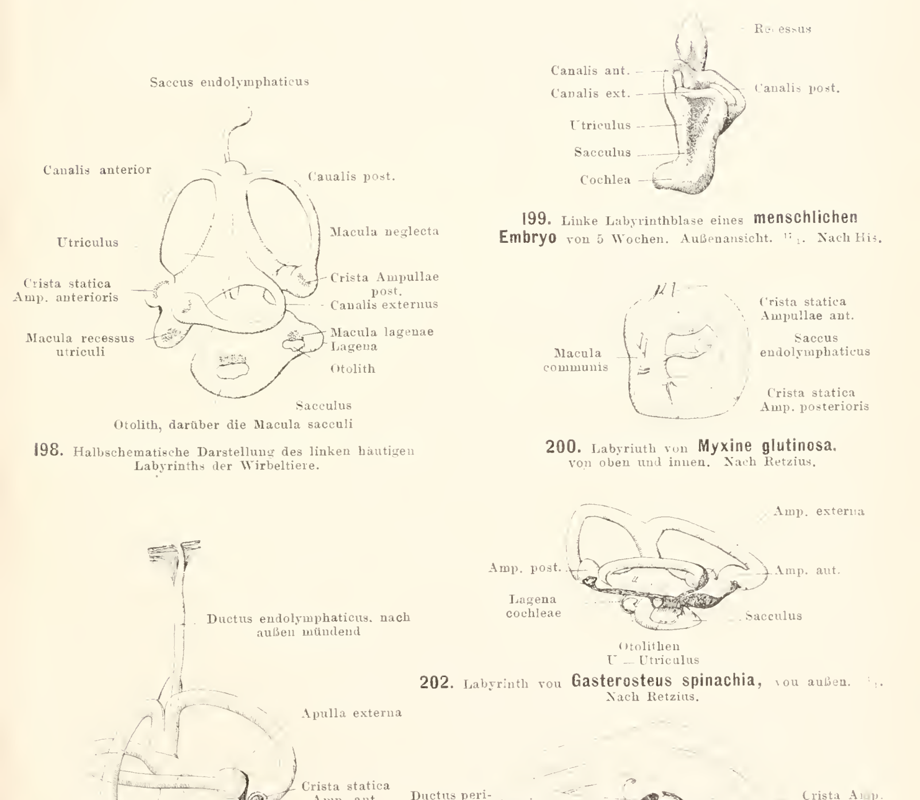
**Cyclostomen.** Ein Bogengang bei Myxinoiden, zwei bei Petromyzonten.

**Fische.** Bei Cyprinoiden der Webersche Apparat, der das häutige Labyrinth (verwachsene Ductus endolymph.) mit der Schwimmblase verbindet. Knochenstücke sind umgewandelte Wirbel- und Rippenteile.

**Amphibien.** Stärkere Ausbildung der Lagena. Bei Anuren Verwachsen des D. endolymph. und dorsaler Fortsatz entlang der Wirbelsäule, der segmental Kalksäckchen bildet; ferner Auftreten von Paukenhöhle, Ohrtrompete, Trommelfell.

**Sauropsiden.** Auswachsen der Schnecke und leichte Spiralkrümmung schon bei Krokodiliern und Vögeln. Paukenhöhle fehlt den Schlangen und den schlangenähnlichen Sauriern. Trommelfell und Tuba den Rhynchocephalen. Tubenmündung oft vereinigt. Äußerer Gehörgang angedeutet bei Krokodilen und Vögeln.

**Säugetiere.** Spiral aufgewundene Schnecke mit Cortischem Organe. Drei Gehörknöchelchen mit besonderen Muskeln, knöcherner äußerer Gehörgang. Ohrmuschel. Bei Cetaceen umgibt die erweiterte Paukenhöhle das Labyrinth.




**198.** Halbschematische Darstellung des linken häutigen Labyrinths der Wirbeltiere.

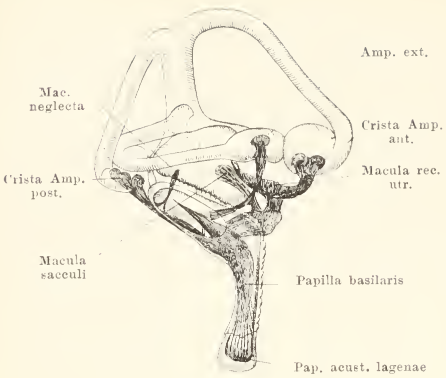
**199.** Linke Labyrinthblase eines **menschlichen Embryo** von 5 Wochen. Außenansicht. $^{15}/_{1}$. Nach His.

**200.** Labyrinth von **Myxine glutinosa**, von oben und innen. Nach Retzius.

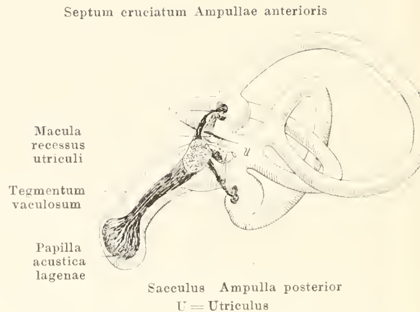
**202.** Labyrinth von **Gasterosteus spinachia**, von außen. Nach Retzius.

**201.** Labyrinth der **Chimaera monstrosa**, von außen. Zirka $^{1}/_{2}$ nat. Gr. Nach Retzius.

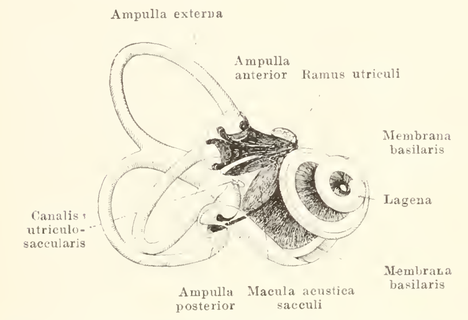
**203.** Membranöses Gehörorgan von **Triton cristatus**, von außen. $^{5}/_{1}$. Nach Retzius.




**204.** Membranöses Gehörorgan von **Alligator mississippiensis**, 5/2. Außenansicht. Nach Retzius.




**205.** Membranöses Labyrinth von **Turdus musicus**, Innenansicht. 7/2. Nach Retzius.




**206.** Membranöses Labyrinth des **Kaninchens**, von der Lateralseite. 7/1. Nach Retzius.

## 6. Der Darmkanal und seine Adnexe.

Aus dem Darm können folgende Organe hervorgehen:

1. Der Schlund mit 5, 6 oder mehr Paar Schlund- oder Kiementaschen, deren erste sich zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen ausbuchtet und zum Spritzloch (Haie) oder zu Hilfsapparaten des Gehörorgans ausgebildet werden kann (Tuba Eustachii und Paukenhöhle der Luftatmer).

2. Schild- und Thymusdrüse. — Die Schilddrüse entspringt a) aus einer unpaaren, phylogenetisch alten, ventralen Anlage (Hypobranchialrinne der Tunikaten und des Amphioxus) in der Gegend des zweiten Schlundbogens, und b) aus einer paarigen, bei einigen Reptilien nur linksseitigen Epithelwucherung der vierten Schlundspalte.

3. Oesophagus mit Schwimmblase oder Lungensäcken, welche sich als unpaarer Sack anlegen.

4. Der Magen.

5. Der Mitteldarm, dessen drüsenreiche und resorbierende Innenfläche durch Zotten- und Faltenbildung vergrößert wird.

6. Die aus mehrfachen Anlagen hervorgehenden Leber, Pankreas und Milz.

7. Die Appendices pyloricae der Knochenfische.

8. Als Embryonalgebilde die Dotterblase der Fische und Amnioten.

9. Der Enddarm, häufig mit Blindsäcken.

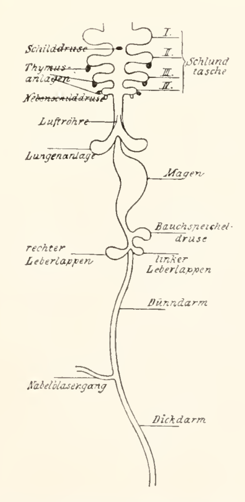
10. Die Harnblase, bei den Amnioten zur embryonalen Allantois verlängert.

11. Der Schwanzdarm, der während des Embryonallebens durch den Canalis neurentericus mit dem Nervenrohre kommuniziert.

Mit dem Darm in Verbindung treten als Ektodermgebilde

12. die Mundbucht (Drüsen, Zähne, Haare, Sinnesepithel, Hypophyse usw.) und

13. die Aftertasche.




**207.** Schema des Darms und seiner Anhänge. Nach Bonnet.

## A. Die Mundbucht

enthält zahlreiche Drüsen. Bemerkenswert sind die Intermaxillardrüse der Amphibien, die Giftdrüsen der Schlangen, die Speicheldrüsen der Säuger (Parotis, Sublingualis, Submaxillaris). Außer den Zähnen enthält sie die Zunge. Die stempelartige Zunge der Cyclostomen befähigt die runde Mundbucht zum Ansaugen. Bei Amphibien ist die Zunge vorn angewachsen und kann herausgeklappt werden. Bei Reptilien ist sie sehr verschieden gestaltet, lang oder kurz, beweglich oder unbeweglich (gespaltene Zunge der Schlangen und Saurier, wurmförmige Zunge vom Chamaeleon). Die Vogelzunge ist muskelarm und stark verhornt. Die Säugerzunge ist am höchsten entwickelt, muskulös, drüsenreich, mehr oder weniger verhornt, mit Papillen versehen.

## B. Die Respirationsorgane.

Aus Teilen des Darmtraktus entstehen die Kiemen der niederen und die Lungen der höheren Wirbeltiere, letzteren homolog die Schwimmblase der Fische.

### a) Die Kiemen

entstehen aus sackartigen Ausstülpungen des Vorderdarms, die nach außen durchbrechen (Kiemenspalten). Durch besondere Anordnung der Schleimhaut der Spalte bildet sich die Gestaltung des respiratorischen Epithels. Zwischen zwei Spalten liegt ein Kiemenbogen mit Skelettstütze, Blutgefäßen und Muskeln.

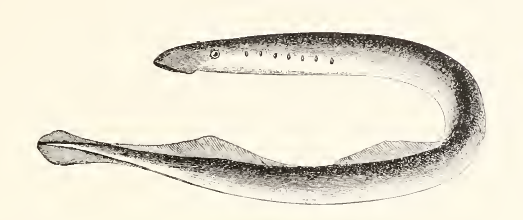
**Cyclostomen.** Bei Petromyzonten sieben Paar Kiemensäcke, die von einem besonderen, unter dem Schlund gelegenen Kanal entspringen. Bei Myxinoiden sechs Säcke, die sich zu einem Kanal vereinigen, der jederseits ventral ausmündet. Bdellostoma mit 14 Kiementaschen.

**Selachier.** Fünf bis sieben Paar Kiementaschen mit gedeckten Kiemen. Die erste zwischen Palatoquadrat- und Hyomandibularbogen als Spritzloch rudimentär mit Pseudobranchie.

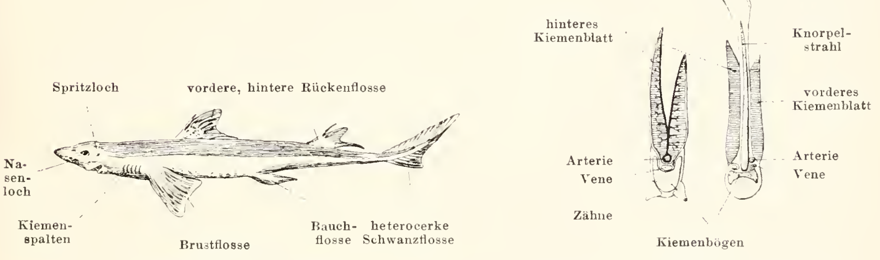
**Ganoiden und Teleostier.** Septum zwischen den Spalten reduziert, so daß die Kiemenblätter direkt dem Bogen aufsitzen (kammförmige Kieme). Zwei bis fünf Bogen mit Kiemen; Kiemenapparat überdeckt vom Kiemendeckel. Spritzloch nur bei einigen Ganoiden.

**Dipnoer.** Die Larven haben äußere Kiemen wie die Amphibien.

**Amphibien.** Perennibranchiaten und die Larven der anderen mit äußeren Kiemenbüscheln. Zwei bis vier Kiemenspalten. Die Kiemen oft von einer Hautfalte überwachsen, die sich durch ein Spiraculum öffnet.

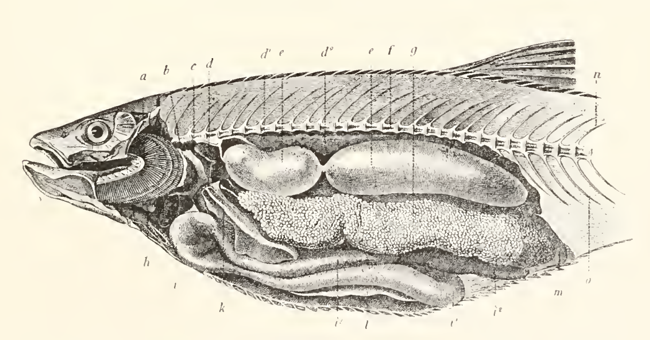


**208. Petromyzon fluviatilis,** Neunauge, Pricke, mit 7 äußeren Kiemenlöchern.




**209. Acanthias vulgaris.**

**210. Gadus u. Zygaena.** Querschnitte durch Kiemenbögen und Kiemen. Aus R. Hertwig.

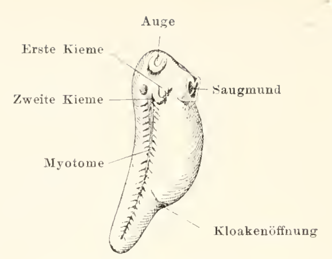



**211. Squalius cephalus,** Döbel. Geöffnet, um die Eingeweide zu zeigen. Nach C. Vogt.

- **a** Kiemenblätter
- **b** Schultergürtel, größtenteils weggeschnitten
- **c** Gaumenbogen
- **d** Kopfniere
- **d¹** Rumpfniere
- **d²** Nierenlappen zwischen den Schwimmblasenabteilungen
- **e** vorderer,
- **e¹** hinterer Teil der Vesica natatoria
- **f** Wirbelsäule
- **g** linker Eierstock
- **h** Herz
- **i, i¹, i²** Darmschlingen
- **k** Magen, von der Leber umhüllt
- **l** Leberlappen
- **m** Peritonealsack, das Ende des Darms umhüllend
- **n** Neurapophysen
- **o** Rippen der Schwanzwirbel.



212. Embryo von **Ichthyophis glutinosus,** mit drei Paar Kiemen und Dotter. Nach Sarasin.




213. Kaulquappenstadium von **Rana,** nach dem Ausschlüpfen.

### b) Schwimmblase und Lunge.

**1. Die Schwimmblase** findet sich bei Ganoiden und Teleostiern, wo sie entweder durch den Ductus pneumaticus mit dem Darm, aus dem sie ausgewachsen ist, in Verbindung steht (Physostomen) oder nicht (Physoclysten). In ihrer Wand oft eine Gasdrüse. Bei den Dipnoern ist sie bereits als Lunge funktionierend; bei Ceratodus unpaar, den anderen paarig.

**2. Die Lungen** sind paarige Säcke, die durch zwei Bronchen, die sich zur mit Knorpelringen oder Halbringen gestützten Trachea vereinigen, nach außen führen.

**Amphibien.** Einfache, dünnwandige Säcke mit leistenförmigen Oberflächenvergrößerungen innen. Bisweilen vollständige Reduktion und Ersatz durch Hautatmung.

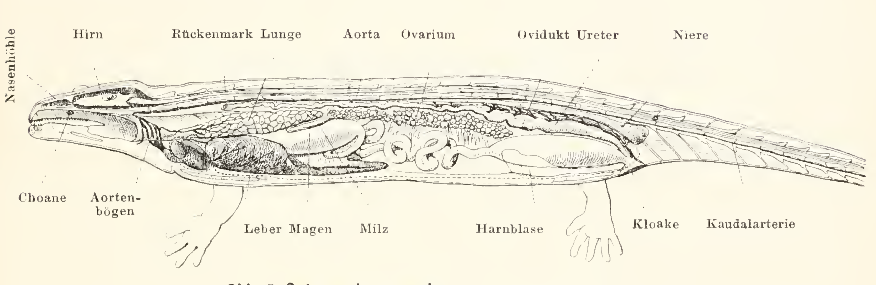
**Reptilien.** Reiche Oberflächenvergrößerung durch Bildung eines die Lunge durchsetzenden Hauptbronchus mit Nebenästen. Bei Sauriern noch ein dünnwandiger Endsack. Anhangssäcke bei

Chamaeleonen. Bei Schlangen und fußlosen Echsen ist nur die rechte Lunge erhalten.

**Vögel.** Hauptbronchus mit Nebenbronchen, von denen die radiär gestellten Lungenpfeifen abgehen. Von der Lunge gehen als Ausstülpungen die zwischen alle Eingeweide eindringenden und die pneumatischen Knochen erfüllenden Luftsäcke aus. Die Luftröhre liegt bisweilen in einer Schlinge innerhalb der Crista sterni.

**Säugetiere.** Sehr reiche Verzweigung der Bronchien bis zu den Lungenalveolen.

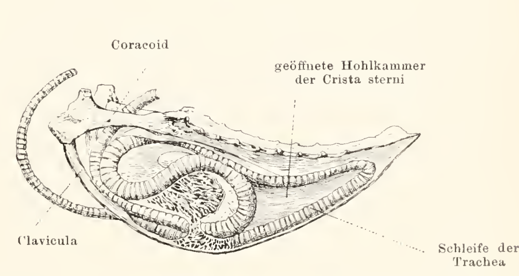
**3. Der Kehlkopf** beginnt bei den Amphibien mit einem Cricoid- und zwei kleinen Arytaenoidknorpeln, die die Trachea abschließen und die Stimmritze zwischen sich schließen. Ähnlich, aber mehr differenziert ist er bei den Reptilien. Bei den Vögeln ist er rudimentär, dafür oft sehr kompliziert der untere Kehlkopf (Syrinx) an der Bronchengabelung mit reicher Differenzierung der Knorpelringe und Muskulatur. Bei den Säugetieren kommt die Epiglottis und der Thyreoidknorpel hinzu. Verbindung mit dem Zungenbein; Kehlsäcke der Affen.



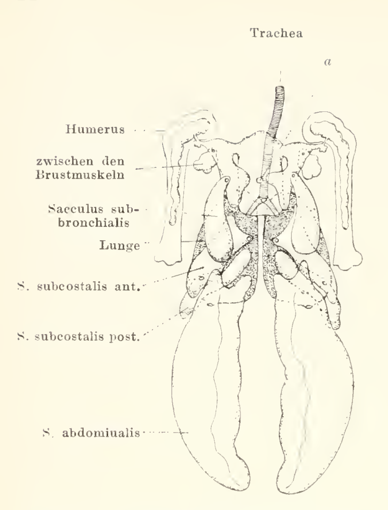

**214.** ♀ **Salamandra maculosa.** Nach Hatschek und Cori.



**215.** Lungen von **Chamaeleo monachus,** mit eingezeichneten Blutgefäßen.

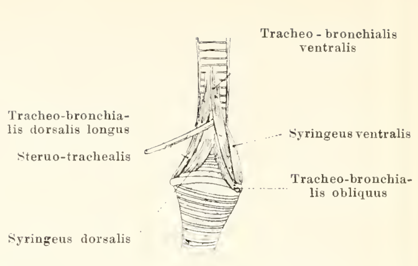



**216.** Brustbein von **Grus pavonia.** Die Wand der hohlen, breiten Crista, in welcher eine Doppelschlinge der Trachea liegt, ist auf der Seite des Beschauers entfernt.

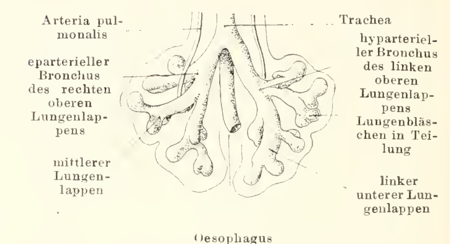



**217.** Lungen und Luftsäcke (Sacculi) einer jungen Taube; schematisch nach Heider.

*a* Verbindung mit den sternalen Lufträumen; daneben die Sacculi cervicales.




**218.** Syrinx (unterer Kehlkopf) von **Corvus**, mit dem Singmuskelapparat. Von den 7 Paar Muskeln ist der dorsale Tracheobronchialis dors. brevis und der ventrale Syringeus ventrilateralis verdeckt. Nach Gadow.




**219.** Lungenanlage eines menschlichen Embryo. Nach His.

## C. Der Tractus intestinalis

ist nach Länge und Differenzierung sehr verschiedenartig. Konstante Teile sind: Oesophagus, Magen, Dünndarm, Dickdarm, Mastdarm, und als Anhangsdrüsen: Leber und Pankreas. In enger Lagebeziehung zum Darm ist stets die Milz. Er ist aufgehängt im Mesenterium.

**Cyclostomen.** Darm ein gerades Rohr mit Leber und rudimentärem Pankreas.

**Selachier.** Darm macht eine große Schlinge, durch die ein weiter Magen U-förmig abgesetzt wird. Enddarm mit Spiralklappe.

**Ganoiden und Dipnoer** haben Spiraldarm, Ganoiden auch Appendices pyloricae.

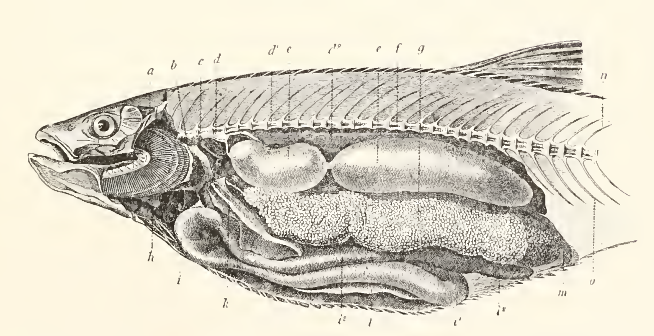
**Teleostier** ohne Spiraldarm, Dünndarm mehrmals aufgewunden, am Pylorus die pylorischen Schläuche in oft sehr großer Zahl.

**Amphibien.** Darm reicher aufgewunden. In der ventralen Wand des Enddarms die Ausstülpung der Harnblase.

**Reptilien.** Scharf abgesetzter und quergestellter Magen (außer bei den fußlosen Formen). Oft ein Blinddarm.

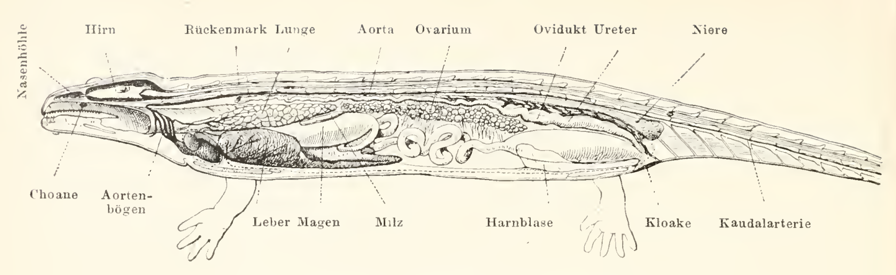
**Vögel.** Im Schlund der drüsige Kropf (Ingluvies), Magen geteilt in dünnwandigen Drüsenmagen und muskulösen Kaumagen. Paarige, oft sehr große Blinddärme. Embryonal am Enddarm die Bursa Fabricii.

**Säugetiere.** Magen meist quergestellt. Bei Wiederkäuern zerfällt er in drei resp. vier Abschnitte (Pansen, Netzmagen, Psalter und Labmagen, Rumen, Reticulum, Omasus, Abomasus). Die beiden ersten tragen verhorntes Epithel. Die im Pansen und Netzmagen erweichte Nahrung wird erbrochen, einer erneuten Mastikation unterworfen und dann sofort in den Psalter überführt. Reticulum fehlt den Cameliden. Dünndarm zerfällt meist in schlingenförmiges Duodenum und Jejunum-Ileum, Dickdarm geteilt in das mächtige Kolon und Rektum. Blinddarm schwankend, riesig bei den Nagern.

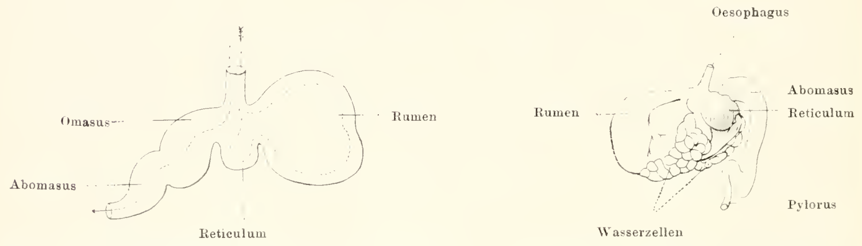



**220. Squalius cephalus,** Döbel. Geöffnet, um die Eingeweide zu zeigen. Nach C. Vogt.

- **a** Kiemenblätter
- **b** Schultergürtel, größtenteils weggeschnitten
- **c** Gaumenbogen
- **d** Kopfniere
- **d¹** Rumpfniere
- **d²** Nierenlappen zwischen den Schwimmblasenabteilungen
- **e** vorderer,
- **e¹** hinterer Teil der Vesica natatoria
- **f** Wirbelsäule
- **g** linker Eierstock
- **h** Herz
- **i**, i¹, i² Darmschlingen
- **k** Magen, von der Leber umhüllt
- **l** Leberlappen
- **m** Peritonealsack, das Ende des Darms umhüllend
- **n** Neurapophysen
- **o** Rippen der Schwanzwirbel.




221. ♀ **Salamandra maculosa.** Nach Hatschek und Cori.




222. Schema des **Wiederkäuer**-Magens. Die Pfeillinie bezeichnet den Gang der Nahrung.

223. Magen des **Kamels.** Nach Gegenbaur.

# 7. Das Gefäßsystem.

Dem geschlossenen Blutgefäßsystem der Wirbeltiere sind zwei, in den Gewebslücken beginnende, „offene“ Gefäßsysteme angelagert: die aus der Darmwand den Chylus in die Venen führenden Chylusgefäße, und die aus den Körpergeweben und Gewebsspalten die Lymphe den Venen zuleitenden Lymphgefäße.

Im Gefäßsystem sind zu unterscheiden vom Herzen abführende Gefäße als Arterien, zum Herzen zurückführende als Venen. Dazwischen ist das Kapillarnetz eingeschaltet.

Im Blute wie in der Lymphe unterscheidet man das Plasma und ferner die Formelemente: rote Blutkörperchen und sogenannte weiße (Leukocyten, Lymphkörperchen, Phagocyten, ferner Blutplättchen oder Thrombocyten). Amphioxus und manche Fischjunge besitzen nur weiße Blutzellen. Die roten Blutkörper der meisten Fische, der Amphibien und Sauropsiden sind oval und kernhaltig, die der meisten Säuger rund und kernlos; ihre Größe variiert zwischen weiten Grenzen (Proteus 63 $\mu$, Protopterus und Axolotl c. 44 $\mu$, Frösche 18—25 $\mu$, Fische 5—33 $\mu$, Vögel 12—14 $\mu$, Säuger 2,9—10 $\mu$).

## A. Die Lymphbahnen

sind bei den Fischen, doch auch noch bei Amphibien und Reptilien vielfach nicht deutlich differenziert, bilden z. B. Scheiden um Blutgefäße oder dehnen sich zu großen lakunären Lymphräumen unter der Haut aus (Frösche) usw. Bei den Warmblütern dagegen unterscheidet man einen linksseitigen hinteren und vorderen Hauptstamm, welche in die Vena brachio-cephalica münden. Auch sind bei den Warmblütern die Lymphgefäße, wie das venöse System, mit Klappen versehen, welche die Zurückstauung der Lymphe verhindern.

Dagegen finden sich Lymphherzen nur bei Kaltblütern vor. Bei Fröschen liegen sie paarig zwischen Becken und Steißbein sowie zwischen den Querfortsätzen des 3. und 4. Wirbels;

Urodelen besitzen zahlreiche Lympherzen längs der Linea lateralis unter der Haut. Ein Paar rhythmisch kontraktile Lymphherzen kommen den Reptilien zu; sie befinden sich auf der Grenze zwischen Rumpf- und Kaudalgegend auf Wirbelquerfortsätzen oder Rippen.

## B. Das Herz

ist ein muskulöses Organ, das als Pumpe den Blutkreislauf besorgt. Die Venen münden in den wenig muskulösen Vorhofteil ein, die Arterien gehen von der muskulösen Kammer aus. Alle Teile des Herzens sowie die Mündungen der Gefäße sind durch verschiedenartige Klappensysteme reguliert. Das Herz liegt im Herzbeutel, einem Coelomteil.

**Fische.** Stets ist vorhanden eine Kammer, dahinter ein Vorhof. Am Abgang der Kopfarterie aus der Kammer liegt der klappentragende Conus arteriosus: groß mit vielen Klappenreihen bei Selachiern, schwächer bei Ganoiden, rudimentär mit einer Klappe bei Teleostiern. Dafür bildet sich bei letzteren der Basalteil des Truncus arteriosus zu einem Bulbus aus. In die Vorkammer gelangt das Blut aus einem Sinus venosus.

**Amphibien.** Vorhof in zwei geteilt (schon bei Dipnoern), Kammer einheitlich.

**Reptilien.** Auch die Kammer beginnt durch ein Septum in zwei Teile geteilt zu werden. Vollständig nur bei Krokodiliern.

**Vögel.** Mächtiges Herz, bei dem die rechte Kammer halbmondförmig im Querschnitt die linke umgreift.

## C. Die Gefäße.

### a) Die Arterien.

**Fische.** Der Urtypus des Arteriensystems: Vom Herzen geht nach vorn der Truncus arteriosus; er gibt in jedem Kiemenbogen ein Kiemenbogengefäß ab, das in Kapillaren übergeht, in denen das Blut in den Kiemen mit Sauerstoff versehen wird. Ab-

führende Kiemenbogengefäße vereinigen sich dorsal zur paarigen Aorta, die hinter dem Kopf unpaar wird und unter der Wirbelsäule zum Schwanz zieht. Seitenäste versorgen Eingeweide und Körper (typisch sind bei den Cranioten Coeliacae, Mesentericae, Iliacae, Renales). Die paarigen Aorten verlängern sich nach vorn als Carotiden. Von ursprünglichen 6 Bogen erhalten sich typisch die 4 letzten. Der letzte gibt bei Dipnoern die Schwimmblasen-(Lungen-)gefäße ab.

**Amphibien.** Bei Kiemenatmern und den Larven der anderen wie bei Fischen. Die Bogengefäße entspringen von einem weiten Truncus. Bei den anderen liefert der erste der vier Fischbogen die Carotiden, der zweite die Aortenbogen, der dritte wird rudimentär und verschwindet bei Anuren, der vierte wird zur Pulmonalis; die ursprüngliche Verbindung mit der Aorta rudimentiert zu dem Ductus Botalli. Von den Aortenbögen oder der Aorta entspringen die Subclavien, von der Pulmonalis der Anuren die große Cutanea.

**Reptilien.** Der Truncus arteriosus ist innerlich in drei Gefäße zerlegt, den gemeinsamen Stamm der beiden Pulmonales, den des aus der linken Kammer kommenden rechten Aortenbogens und der Carotiden, und den aus der rechten Kammer kommnden linken Aortenbogen. Bei Krokodilen sind die beiden Aortenursprünge durch erst sekundär angelegtes Foramen Panizzae verbunden. Bei Schildkröten noch ein Ductus Botalli, bei Sauriern bisweilen Verbindung von erstem und zweitem Aortenbogen. Die Eingeweidegefäße entspringen nur vom linken Aortenbogen.

**Vögel.** Nur der rechte Aortenbogen erhalten.

**Säuger.** Nur der linke Aortenbogen erhalten. Der Ursprung der Carotiden und Subclavien vom Aortenbogen sehr wechselnd.

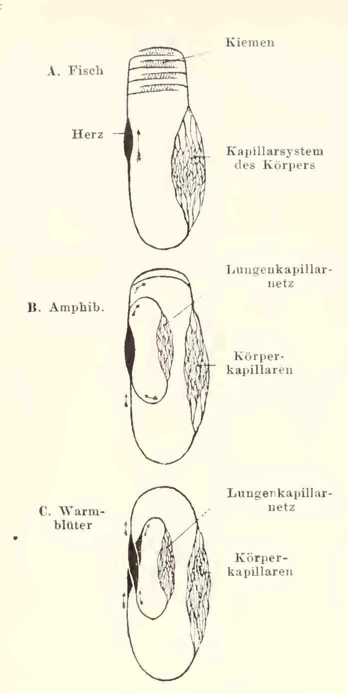
### b) Die Venen.

**Fische.** Das Kopfvenenblut wird jederseits durch die Jugularvene, das Rumpfblut durch die Kardinalvenen nach vorn geführt, vereinigen sich jederseits zum queren Ductus Cuvieri, der in Sinus venosus mündet. Die Kardinalvenen nehmen das Nierenpfortaderblut auf (zuführend die Kaudalvenen), das Leberpfortaderblut wird direkt von der Leber zum Sinus venosus geführt. Das ursprünglichste Gefäß ist die Vena subintestinalis, als deren Rest die Kaudalvene persistiert. Sinusartige Erweiterung der Selachiervenenstämme. Bei den Dipnoern eine untere Hohlvene, entstanden aus dem hinteren Teil der rechten Cardinalis und der neu auftretenden Leberhohlvene.

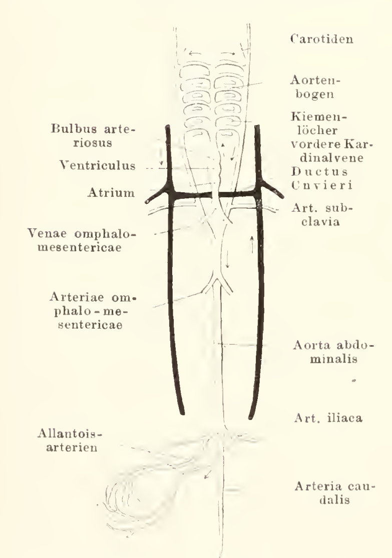
**Amphibien.** Jugularvenen und Ductus Cuvieri erhalten. Reste der Kardinalvenen als V. azygos. Hinteres Hauptgefäß die untere Hohlvene, in die mit der Lebervene das Leberpfortaderblut gelangt. In den Leberpfortaderkreislauf gelangt auch die aus den Iliacae entspringende große Abdominalvene. Nierenpfortaderkreislauf zwischen Caudalis und Hohlvenenursprung.

**Reptilien und Vögel.** Die Jugularvenen und die Ductus Cuvieri (als obere Hohlvenen) persistieren, die Cardinales schwinden, ebenso der Nierenpfortaderkreislauf. Dotter- und Allantoisgefäße.

**Säugetiere.** Hintere Cardinales als Azygos erhalten. Beziehungen der Nabelgefäße zum embryonalen Venensystem. Linke obere Hohlvene verschwindet oft.




**224.** Schema des Blutkreislaufs der Wirbeltiere. Nach Hatschek.




**225.** Schema des arteriellen embryonalen Gefäßsystems. Aus Wiedersheim.

Lymphgefäße (schwarz)
Körperkapillaren
Hohlvene
Lungenkapillaren
vorderer Sammelgang
Lungenarterie, venöses Blut führend
Lungenvene, arterielles Blut führend
Aorta
rechter Vorhof
Ductus thoracicus (linksseitig)
linker Ventrikel
rechter Herzventrikel
Leberkapillaren
Darmarterien
Chylusgefäße (schwarz)
Kapillaren
Lymphbahnen (schwarz)
Darm
Körperkapillaren

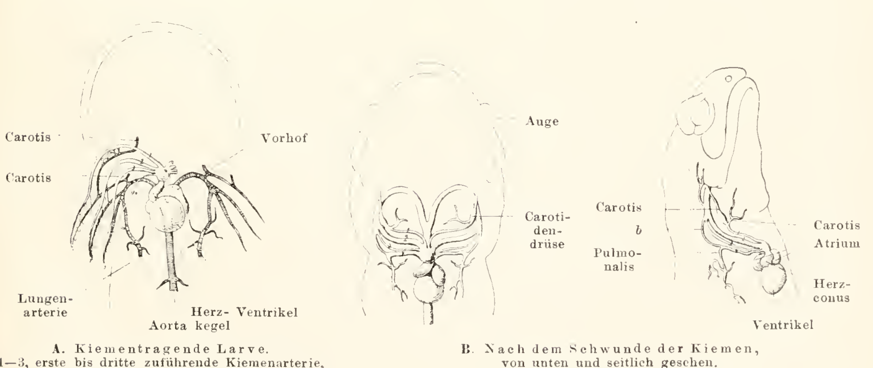
**226.** Schema des Kreislaufs der **Warmblüter.** Gefäße, welche arterielles Blut führen, sind schraffiert oder punktiert.

Gefäß am Palatoquadratum
Carotiden
Gefäß am Hyoidbogen
A. Schwanzlurche und Dipnoer
4 Gefäße der Schlundbogen
Lungenarterie
Aorta
B. Eidechse
Lungenarterie
Aorta
Carotiden
7. Säuger
Ductus Botalli
Lungenarterie
Aorta

**227.** Schemata der Aortenbogen, im Umriß der sechs ursprünglichen Aortenbogen eingetragen. Die transitorischen Gefäße sind punktiert. Nach Boas.

Herz
Jugularis = Cardinalis ant.
Ductus Cuvieri
Subclavia
Leberpfortaderkreislauf
Lebervene
Vena portarum
Darm
Venae cavae inferioris pars anterior
Azygos
Venae cavae inf. pars post.
Abdominalis
Niere (Urniere)
Iliaca
des Nierenpfortaderkreislaufs { Advehentes / Revehentes
Kaudalvene

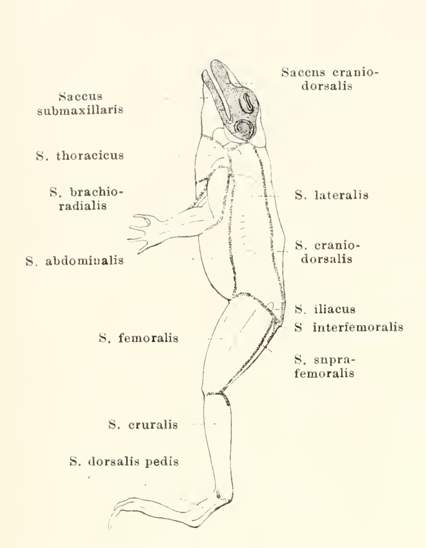
**229.** Schematische Darstellung des Venensystems der Amphibien. Nach Wiedersheim.



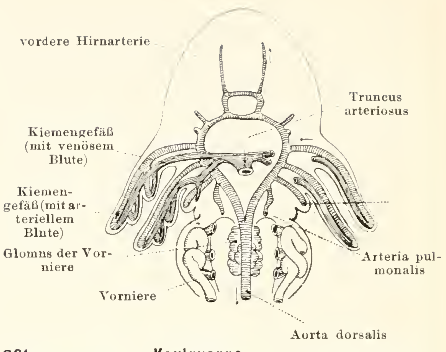

A. Kiementragende Larve.
1—3, erste bis dritte zuführende Kiemenarterie,
1'—3', erste bis dritte abführende Kiemenarterie,
*b*. dasjenige Stück des 4. Aortenbogens, welches zwischen der Ursprungsstelle der Lungenarterie und jener Stelle liegt, wo 3. nnd 4. Bogen sich vereinigen.

B. Nach dem Schwunde der Kiemen, von unten und seitlich gesehen.
Herz und große Arterien.

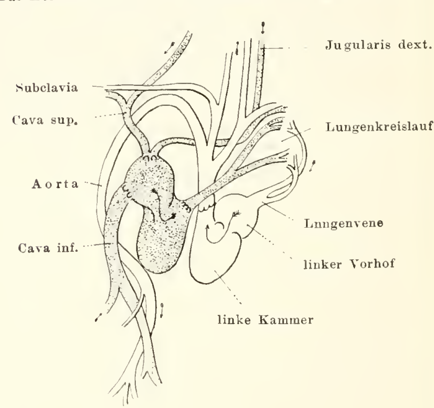
**228. Aortenbogen** der Larven von **Salamandra maculosa.** Nach Boas.




**230.** Die zwischen Haut und Muskulatur gelegenen, mit Endothel ausgekleideten und durch bindegewebige Septa (punktiert) getrennten **Lymphsäcke** des **Frosches.** Aus Ecker. — Die Lymphe tritt aus den Säcken in den Blutstrom ein.




**231.** Kopfgefäße der **Kaulquappe,** kurz nach dem Ausschlüpfen. Das Herz ist entfernt. — Schematisiert. Nach Milnes Marshall.




**232.** Schema des Vogelherzens. Das venöse Blut punktiert. Nach Gadow.

## 8. Die Harn- und Geschlechtsorgane

treten bei den Wirbeltieren in enge Beziehung.

Dreierlei **Exkretionsorgane** finden sich in der Reihe der Wirbeltiere.

1. Das älteste ist die Vorniere oder Kopfniere, Pronephros, mit ihrem (ursprünglich als Sammelgang herausgewachsenen?) Vornierengang. Die Vorniere entsteht meist aus wenigen, zwei oder drei metameren Vornierenkanälchen mit Wimpertrichter (vergleichbar den Annelidensegmentalorganen), denen gegenüber ein Gefäßknäuel liegt, der Glomus, der selten, wie z. B. bei Ichthyophis, noch segmentale Anordnung erkennen läßt.

Bei allen echten Fischen ist die Vorniere ein transitorisches Embryonal- oder Larvenorgan geworden, welches nur bei Cyclostomen das Jugendleben überdauert. Amphibien besitzen große embryonale Vornieren; dagegen fehlen dieselben den Amnioten, bis auf unbedeutende Rudimente (die Umgebung des Ostium abdominale bei weiblichen Amnioten).

Der Vornierengang entsteht bei allen Wirbeltieren, kann aber zu verschiedenen Funktionen herangezogen werden.

2. Als genetisch verschieden oder als hinterer Abschnitt des primitiven Nierensystems gilt die Urniere oder Mesonephros. Sie entsteht aus metameren Urnierenröhrchen, welche den Kommuni-

kationskanälen des Coeloms mit den Urwirbeln entsprechen (Nephrotom). Diese Urnierenkanälchen brechen gegen den Vornierengang, der nun Urnierengang oder Wolffscher Gang heißt, durch.

Alle echten Wirbeltiere bilden eine typische Urniere, welche bei den Anamnien Dauerorgan, bei den Amnioten lediglich Embryonal- oder Larvenorgan ist. Jedoch werden Abschnitte der Urniere, zumal bei den Amnioten, zu Geschlechtswegen usw. benutzt.

3. Bei den Amnioten ist die Beckenniere oder Amniotenniere, Metanephros, das exkretorische Dauerorgan. Diese „Amniotenniere“ ist als ein hinterer Abschnitt der Urniere zu betrachten, da sie aus letzterer hervorsproßt. Die Ausführungsgänge (Ureteren) des Metanephros entstehen aus den Urnierengängen als hohle Sprossen, welche mit der Niere in Verbindung treten und schließlich in die Harnblase ausmünden.

Die Ausscheidung von Wasser und Salzen ist im Wirbeltierreiche gebunden an die Malpighischen Körperchen, die ursprünglich nichts anderes sind als blutreiche, abgekammerte Teile der Coelomwand. Bei vielen Amphibien und Selachiern dauernd, bei Reptilien während der Embryonalentwicklung, befördern noch Wimpertrichter Wasser aus dem Coelom, während bei den übrigen die Nieren abgeschlossen bleiben gegen die Leibeshöhle.

Die **Geschlechtsfalten** oder Keimfalten treten in Form von vorspringenden Leisten an der medialen Seite der „Nierenstreifen“ auf. In die Genitalleisten wuchert das Coelomepithel oder Keimepithel hinein und bildet Ei- oder Samenstränge; einzelne Zellen vergrößern sich zu sog. Ureiern bzw. Ursamenzellen.

Bei den Haien und den Luftatmern tritt die Vorniere und die Urniere in Beziehung zu dem Geschlechtsapparat. — Beim weiblichen Geschlechte wird die Vorniere zur Umgebung des Ostium abdominale tubae, und vom Urnierengang trennt sich ein Eileiter oder Müllerscher Gang ab. (Bei Amnioten entsteht letzterer zwar unabhängig vom Urnierengange, aber doch wohl aus gleichem Mutterboden.) — Beim männlichen Tiere wird außerdem der vordere Teil der Urniere zur Aufnahme des Spermas verwendet, während der Müllersche Gang rudimentär bleibt. Wo die Urniere persistiert (Anamnia), funktioniert der Urnierengang als Harnsamenleiter; wo sie ein transitorisches Organ (Amnioten), lediglich als Samenleiter, da hier die Ureteren als Harnleiter hinzukommen. Vielfach kommen dazu äußere Genitalien.

**Cyclostomen.** Vorniere noch im Larvenstadium, dann Urniere. Geschlechtsorgane ohne Beziehung zum Nierensystem: unpaare Drüse, die ihre Produkte durch Pori abdominales entleert.

**Teleostier.** Zeigen auch keine Verbindung von Nieren- und Geschlechtsorganen. Urnieren mit Harnleitern (Urnierengänge), vor deren vom After unabhängiger Mündung eine Harnblase eingeschaltet ist. Gonaden sind Säcke mit eigenem Ausführgang.

**Selachier.** Urniere mit Wolffschem Gang. Im ♂ Geschlecht vorne zu Vasa efferentia umgebildet, Urnierengang Vas deferens, hinterer Urnierenteil von sekundären Harnleitern ausgeleitet. Müllerscher Gang rudimentär. Im ♀ Geschlecht sind Müllersche Gänge mit unpaarer Tube Eileiter. Bei lebendgebärenden funktioniert erweiterter Endabschnitt als Uterus. Unpaares Ovar.

**Ganoiden und Dipnoer** sind im wesentlichen den Selachiern ähnlich.

**Amphibien.** Verhalten sich im ♂ Geschlecht wie die Selachier. Im ♀ sehr lange Müllersche Gänge mit ganz vorn gelegenen Tuben, große Ovarien. Mündung aller Gänge in die Kloake. Harnblase in der Vorderwand des Enddarms.

**Reptilien.** Von den Reptilien aufwärts Metanephros mit Ureteren. Harnblase bei Sauriern und Schildkröten. Urnierenkanäle werden im ♂ Geschlecht zu dem Nebenhoden, Wolffscher Gang Vas deferens. Im ♀ Geschlecht Ovidukte aus Müllerschem Gang. Häufig akzessorische Geschlechtsdrüsen in der Kloakenwand (Stinkdrüsen der Krokodile). Paarige ausstülpbare Penisschläuche der Saurier und Ophidier, unpaares schwellbares Organ der Krokodile und Schildkröten.

**Vögel** verhalten sich wie die Reptilien. ♀ Geschlechtsorgane nur linksseitig entwickelt. Nieren stark gelappt in Vertiefungen des Synsakrum eingebettet. Penis bei Straußen und Enten als Ausstülpung der ventralen Kloakenwand.

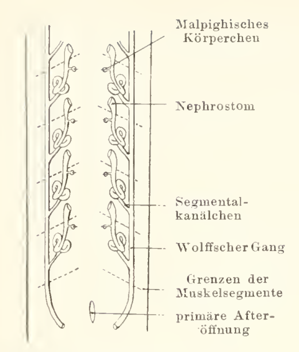
**Säugetiere.** Ureteren münden in die Harnblase, die aus einem Auswuchs des Enddarms und einem Teil des Allantoisstiels entsteht. Kloake nur noch bei Monotremen. Niere ursprünglich gelappt, später glatt. Nebenniere.

♂ Organe wie bei den anderen Amnioten. Hoden können aus der Leibeshöhle heraustreten (Leistenkanal, Skrotum), zeitweilig während der Brunst, z. B. Nager, oder dauernd (Descensus testis).

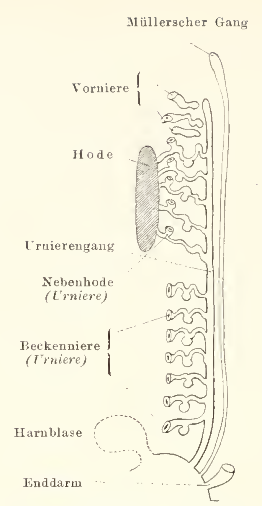
♀ Organe sind paarige Ovarien. Ovidukte bei Monotremen noch getrennt. Bei Beuteltieren differenziert in Ovidukte, Uteri, Vaginae, die in den Sinus urogenitalis münden. Die Vaginae können streckenweise verwachsen und an dieser Stelle einen unpaaren Blindsack bilden. Bei den Monodelphiern immer weitergehende Verwachsung der Müllerschen Gänge, zuerst unpaare Vagina mit doppeltem Uterus (U. duplex), dessen weitergehende Verwachsung zu Uterus bicornis und simplex führt. Reste der Urnierenkanälchen als Epoophoron. Reste des Müllerschen Ganges im ♂ Geschlecht als Uterus masculinus.

Akzessorische Drüsen sind: die Prostata, die Samenbläschen, die Samenampullen, die Cowperschen Drüsen, die Präputialdrüsen, die Bartholinischen Drüsen im ♀ Geschlecht.

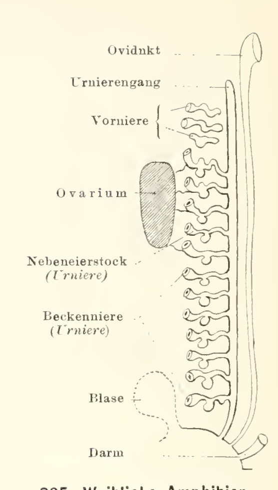
Begattungsorgane: Penis mit Corpora cavernosa, entsprechend der Clitoris im ♀ Geschlecht.



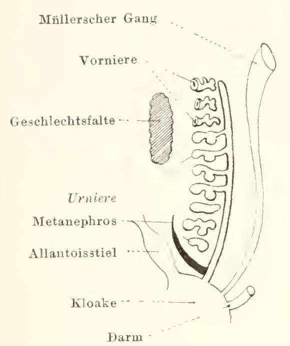

**233.** Schema der **Urniere** eines Vertebraten. Nach Hatschek.



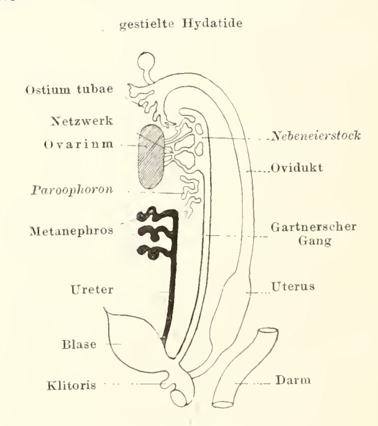

**234.** Urogenitalapparat der **männlichen Amphibien.**



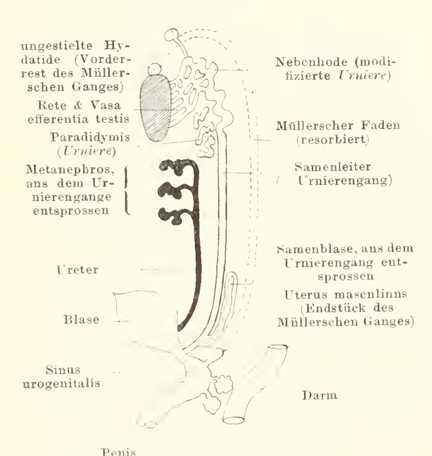

**235. Weibliche Amphibien.**



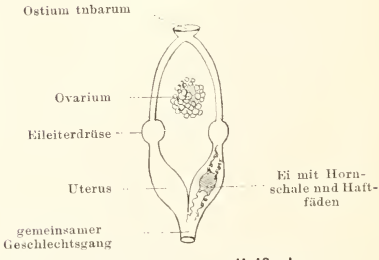

**236. Amnioten.** Stadium der geschlechtlichen Indifferenz.



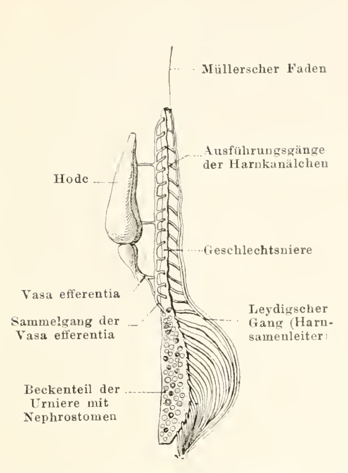

**238. Weibliche Amnioten.**



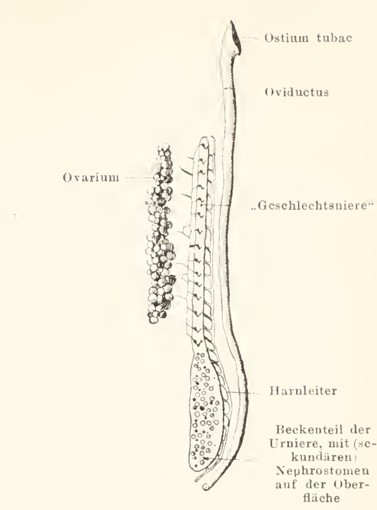

**237. Männliche Amnioten.**



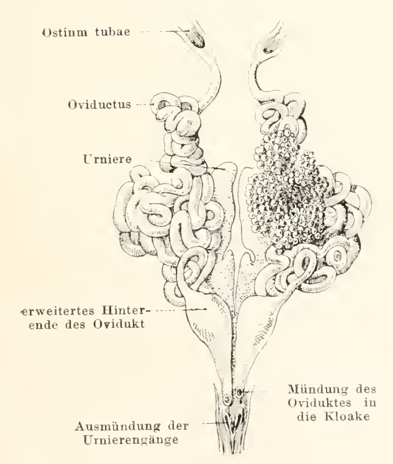

**238a.** ♀ Geschlechtsapparat der **Haifische.** Schema.



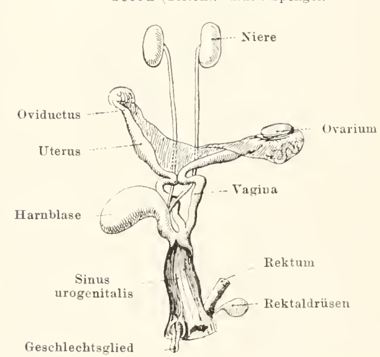

**239.** Schema des Urogenitalsystems eines ♂ Urodelen (Triton). Nach Spengel.



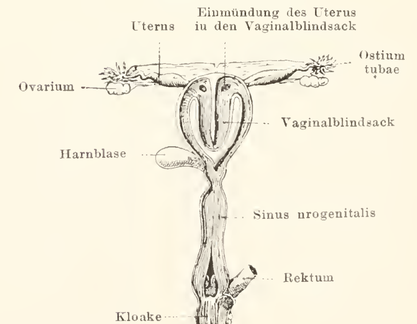

**240.** Schema des Urogenitalsystems eines ♀ Urodelen (Triton). Nach Spengel.



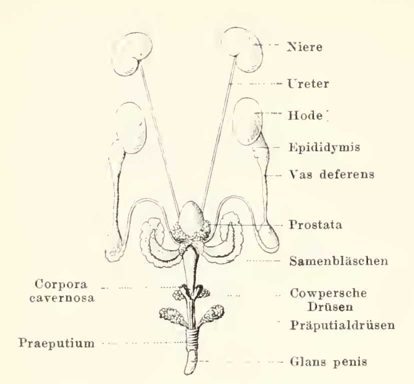

**241.** Urogenitalsystem eines ♀ Frosches. Rechtes Ovarium ist entfernt. Nach Wiedersheim.



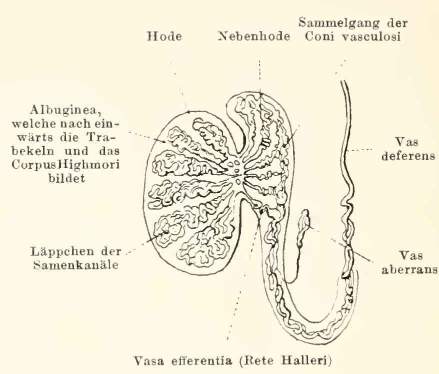

**242.** Weiblicher Urogenitalapparat von **Phalangista vulpina.** Nach Brass.



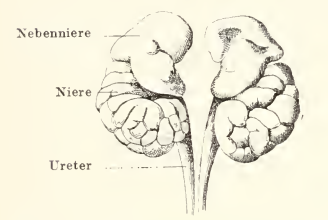

**243.** Weiblicher Genitalapparat einer jungen **Didelphys dorsigera.** Nach Brass.




**244.** Männlicher Urogenitalapparat des Igels, **Erinaceus europaeus.** Nach Wiedersheim.




**245.** Schematische Darstellung des Säugetierhodens. Nach Wiedersheim.



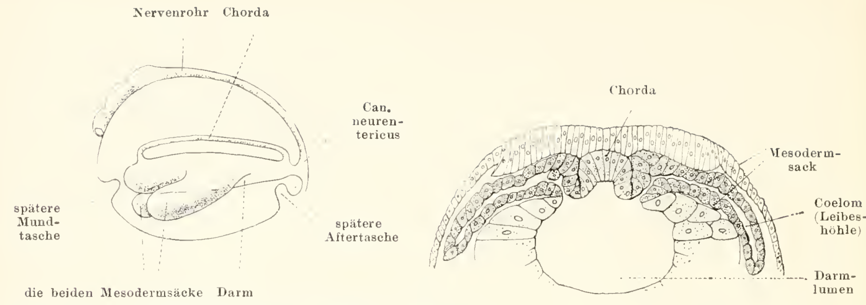

**246.** Niere eines menschlichen Embryo, Ventralansicht. Aus Wiedersheim.

# C. Entwicklungsgeschichtliches.

## 1. Allgemeine Notizen.

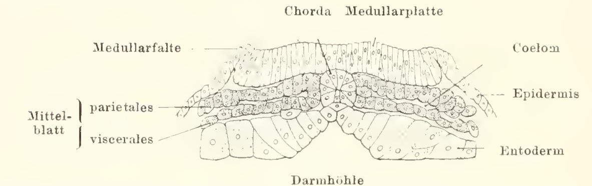
In den großen Zügen stimmt die Entwicklung aller Wirbeltiere überein, soweit es die Anlage der Hauptorgangruppen des Körpers betrifft. Die Schemata 247, 250 sollen Aufschluß geben über die Anlage der wichtigsten Systeme.

Fig. 247. Aus der embryonalen Epidermis geht das Nervenrohr durch Verschmelzung zweier Medullarwülste hervor (250); aus der dorsalen Urdarmwand schnürt sich die Chorda dorsalis ab (249), und außerdem stülpen sich zwei hohle laterale Säcke, die Mesodermsäcke, aus dem Urdarm in die Furchungshöhle aus. Die solide siebförmige Chorda und die hohlen Mesodermsäcke schnüren sich alsbald vom Darm vollständig los (249, 250).

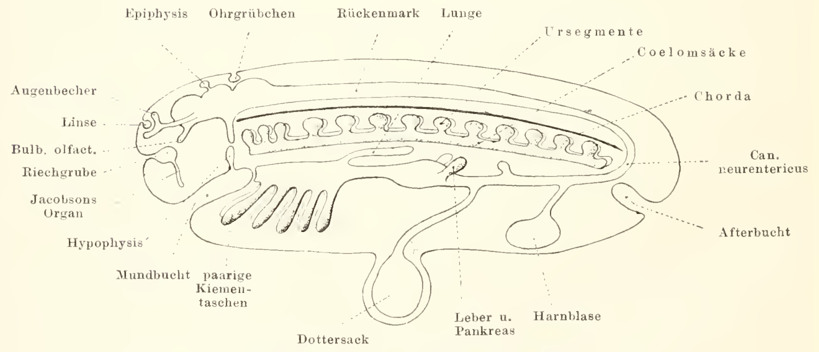



**247.** Schema der **Primitivorgane eines Wirbeltiers.**

**248.** Querschnitt durch eine **Triton**-Larve (Rücken). Nach O. Hertwig und Lampert. Chorda und Mesodermsäcke stehen noch im Zusammenhang mit dem Darm, aus dem sie sich ausgestülpt haben.




**249.** Querschnitt durch die Rückenhälfte einer etwas älteren **Triton**-Larve im Ei. Nach O. Hertwig. — Chorda und Mesodermsäcke erscheinen abgeschnürt vom Darm.




**250.** Schema eines älteren **Wirbeltierembryos.**

Fig. 250. Nunmehr beginnt die innere Segmentation, d. h. die reihenweise Anlage von jederseits zirka 25 bis über 100 Urwirbeln, Ursegmenten, welche sich als die medialen Teile der Mesodermsäcke abschnüren. Die Wand eines jeden Ursegments zerfällt auf beiden Seiten symmetrisch in folgende Gewebsknospen: Sklerotom oder Anlage jedes halben Wirbels, und Myotom, Anlage der quergestreiften Muskeln; die Verbindungsstücke der Ursegmente mit den Coelomsäcken, d. h. den lateralen Teilen der Mesodermanlage, den Seitenplatten, stellen die Nephrotome oder die Anlage der Urnierenbläschen dar (252, 253).

Diese innere Segmentierung, welche in erster Instanz durch die Gliederung des Muskelsystems ins Leben gerufen sein muß, gewinnt ein immer deutlicheres Gepräge:

1. indem je zwei Wirbelhälften, den Chordastrang umwachsend, zu einem Wirbelring sich vereinigen und außerdem obere Bogen oder Neurapophysen, welche das Nervenrohr umspannen, sowie seitliche Fortsätze, Parapophysen, die sich zu „Rippen" verlängern, entsenden;

2. indem die einzelnen Myotome zu Platten auswachsen;

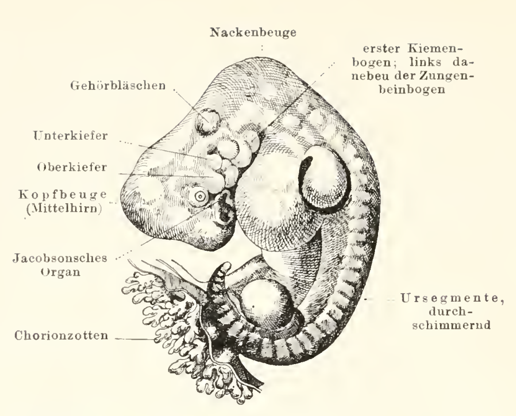
3. indem das Nervenrohr zwischen je zwei Neurapophysen rechts wie links Spinalnerven austreten läßt. (Da sich zugleich mit dem Vordringen eines jeden Sklerotoms auch schon die Spinalwurzeln bilden, so bleibt der Nerv von Anbeginn bei seinem Muskelsegmente.)

4. Auch der Vorderdarm wurde in die Segmentierung hineingezogen, indem sackartige Ausbuchtungen, die Kiementaschen, hervortreten.

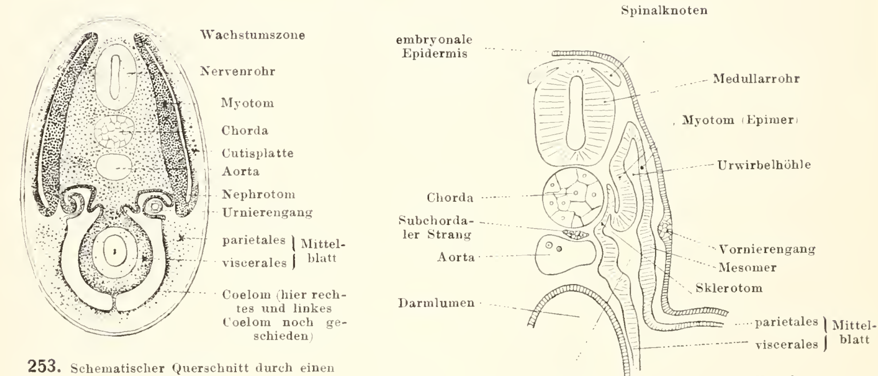
Dagegen verwischt sich während der Ontogenie die ursprüngliche segmentierte Anlage mehr oder weniger in den Nieren dadurch, daß die Verästelungen der einzelnen Nephrotome jederseits sich verfilzen.

Die ursprünglich segmentierte Anlage der Geschlechtsorgane oder der Gonotome wird schon in der Reihe der Fische verwischt; aufwärts legen sich nur die beiden Geschlechtsfalten an.

Polster- und Stützgewebe wuchert als Mesenchymgewebe zumal aus der Wand der Coelomsäcke, zum Teil auch aus den Myotomen zwischen die Organe. Was von den beiden Mesodermsäcken nach Abschnürung der Ursegmente übrig bleibt, heißt Coelomsäcke; ihre Wandungen tapezieren die Körperwand aus, umhüllen den Darm, und die Urogenitalorgane, bilden, wo sie zusammenstoßen, die Aufhängebänder für letztere Organe, indes ihre Höhlen sich ventral vereinigen zur Leibeshöhle (Coelom).




**251. Menschlicher Embryo** von etwa 27 Tagen c. $^6/_1$. (Nach His.)




**253.** Schematischer Querschnitt durch einen **Haiembryo.**

*i* Darmlumen. ×-× Aus dem parietalen und visceralen Mittelblatt gehen auch Mesenchymzellen hervor. Medianwärts der Nephrotome sind die beiden, hier nicht näher bezeichneten Genitalleisten (schräg links und rechts unter der Aorta) im Querschnitt zu erkennen.

**252.** Querschnitt durch einen **Haiembryo,** schematisiert nach Rabl.

## 2. Die Klassen der Reptilien, Vögel und Säugetiere

faßt man als höhere Wirbeltiere zusammen, als **Amnioten**, ein Name, welcher einer embryonalen Hüllhaut dieser Tiere entnommen ist, deren Entstehungsgeschichte den Unterschied der Lebensweise zwischen den kiemenatmenden Wasser- und Feuchttieren einerseits, und den luftatmenden Landtieren anderseits in helles Licht stellt.

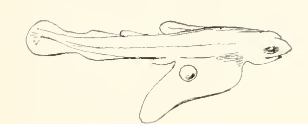
### a) Embryonalanlage und Dottermasse.

Während die Gastrulation der dotterfreien, kleinen Amphioxuseier in typischer Weise durch Einstülpung einer Hohlkugel, der Blastula, geschieht, erleidet dieser Vorgang eigentümliche Modifikationen bei anderen Wirbeltieren infolge des der Eizelle beigegebenen Nahrungsdotters.

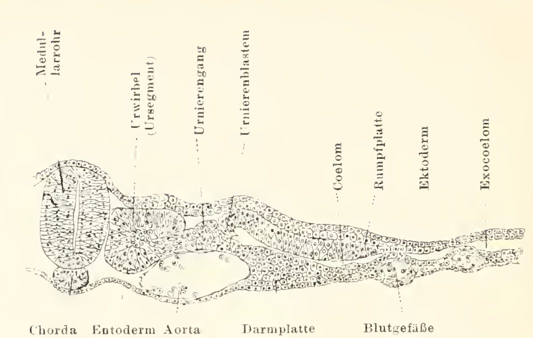
1. Amphibien. Der Nahrungsdotter häuft sich am „Gegenpol" des Eies an; die hier befindlichen Entoblastzellen furchen sich langsamer, weil sie mit Dotter beladen sind. Die Einstülpung des Urdarms geschieht daher nur allmählich.

2. Sauropsiden zeigen ähnliches Verhalten; aber der riesige Nahrungsdotter bleibt am Gegenpol des Eies ungefurcht liegen. Die ganze Anlage des Embryos ist von Anfang an schildartig (Keimscheibe, Embryonalschild).

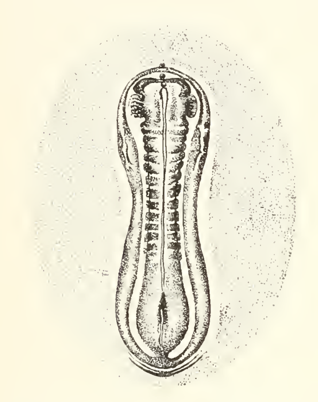
3. Säugetiere. Die Eier dieser Nachkommen der Reptilien haben, mit Ausnahme der dotterhaltigen Eier der Monotremen, den Nahrungsdotter eingebüßt, da ihnen während des Embryonallebens die Baustoffe stetig vom Muttertier geliefert werden; durch Vererbung hat sich jedoch die Art der Gastrulation und der Organanlagen, sowie die Schildform des Embryos, ferner die Ausbildung eines (nun leeren) Dottersacks, einer Allantois, eines Amnion, erhalten — Organe, welche nun zum Teil zu anderen Funktionen herangezogen werden.



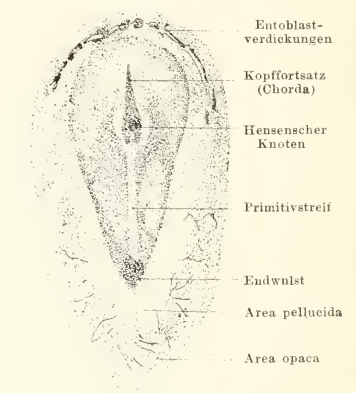
**254.** Junger freischwimmender Teleostier, mit anhängendem Dottersack. Vergrößert.




**255.** Querschnitt durch die Rückengegend eines Hühnerembyro von 45 Stunden. Nach Balfour. — Medullarrohr geschlossen. Auftreten der Ursegmente.



**256.** Embryonalanlage von **Didelphys virginiana.** 14 Paar Urwirbel (Ursegmente) sind angelegt. Die ganze Embryonalanlage ist noch flächig ausgebreitet. — In der Mittellinie schimmert die Chorda dorsalis durch.




**257.** Embryonalschild eines Kaninchens. Nach Kölliker.

### b) Ernährung des Embryos.

(Kiemen, Dottersack und Allantois mit ihren Kapillaren, Amnion.)

Ihrer Lebensweise entsprechend, legen **Amphibien** nackte Eier ins Wasser: Austausch der Atemgase und Diffusion des Harns geschieht direkt durch Vermittlung des umgebenden Wassers: Kiemen und Vorniere sind während des Embryonallebens in voller Tätigkeit. — Die beschalten Eier der **Sauropsiden** (Reptilien und Vögel) werden jedoch aufs Trockene gelegt, und da sie die Nahrung zum Aufbau eines jungen Landbewohners bergen, bedarf es der Regulierung eines lebhaften, andauernden Stoffwechsels. Kiemen und Vorniere werden unterdrückt; statt deren treten in Funktion 1. als Atmungsorgane der gefäßreiche große Dottersack, und, da dieser allmählich sich verkleinert und dem wachsenden Atembedürfnis auf die Dauer nicht Genüge leisten kann, die gefäßreiche Allantois, d. h. die Harnblase, in welcher der Harn sich aufsammelt und welche naturgemäß in gleichem Maße sich ausdehnt, als Eiweiß und Dotter schwinden; 2. tritt als Exkretionsorgan direkt die Urniere in Tätigkeit. — Der Gasaustausch vollzieht sich durch die poröse Eischale hindurch.

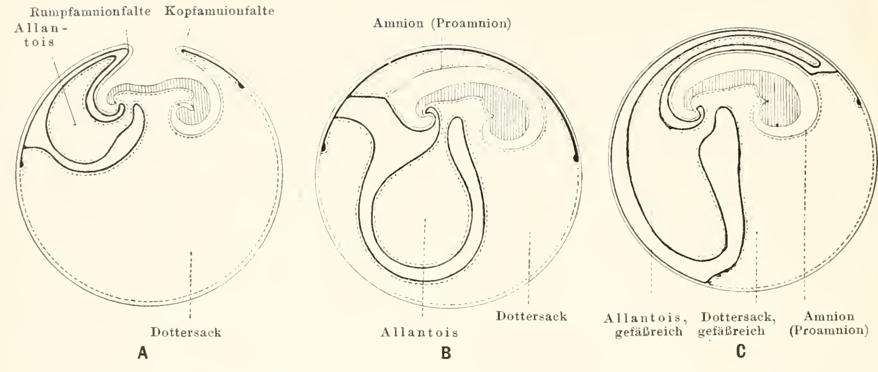
Das Amnion kann man sich auf folgende Weise entstanden denken. Indem die Allantois sich hinter dem Embryo ausdehnt, drängt sie die Eihaut vor sich her und erzeugt eine, den Embryo von hinten überwallende Falte, das Rumpfamnion. Zugleich knickt sich das Kopfende des Embryos ins Eiinnere und erzeugt eine wallförmige vordere und seitliche Falte, das Kopfamnion. Beide Amnionfalten treffen zusammen, verschmelzen (Amnionnabel), und die Innenlamelle stellt nun eine Hüllhaut, das Amnion, dar, welchem die Aufgabe zufällt, den Embryo zu schützen. Die Außenlamelle der vereinigten Amnionfalten heißt Serosa.

Die Anwesenheit eines mächtigen Nahrungsdotters im Ei der Sauropsiden bewirkt also folgende Modifikationen:

1. flächenhafte Anlage des Embryos (Keimscheibe, Embryonalschild);
2. Verzögerung der Gastrulation;
3. flächenhafte Anlage der „Mesodermsäcke“;
4. Erhebung eines Kopfamnion infolge der Einsenkung des Kopfes in den Dotter.

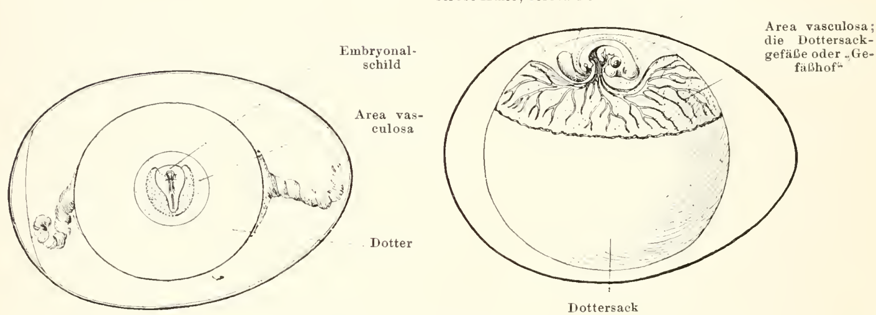
Die Ablage beschalter Eier ins Freie hat ferner zur Folge:

5. daß der Harn nicht entweichen kann und den Harnsack zur „Allantois“ auftreibt, welche
6. die Eihaut vor sich hertreibt und zum Rumpfamnion vorbuchtet.



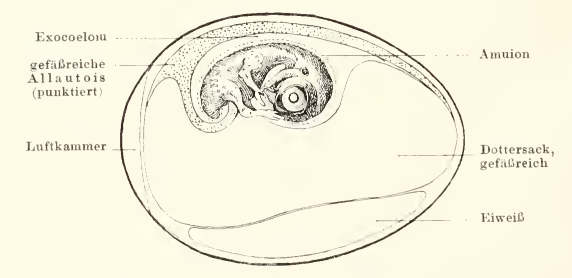

**258.** Ideale Durchschnitte durch die Fruchtblasen der Amnioten. Der Embryo ist schraffiert.

**A** Allgemeine Ausgangsform; vgl. Text.
**B** Niederes Säugetier (Didelphys).
**C** Älteres Stadium der Sauropsiden.
—— Ektoderm, **——** Mesoderm, ······ Entoderm.




**259.** Hühnerei, 46. Stunde der Bebrütung. Etwas schematisch.

**260.** Hühnerei, am Ende des 5. Bebrütungstages. Der Embryo, der mit der linken Seite auf dem Dotter ruht, ist hier etwas emporgehoben. Nach Milne Marshall.




**261.** Hühnerei am Ende des 9. Bebrütungstages.

Bei den **Mammalien** geschieht die Ernährung des Embryos:

1. durch Uterinschleim (Sekret der Uterindrüsen). Er ist der einzige Nährstoff bei Monotrematen und Marsupialiern.

2. Uterinmilch (Uterinschleim nebst weißen Blutkörperchen, zerfallenden Mutterzellen und kristallinischen Elementen). So bei Indeciduaten.

3. Blutserum, diffundierend in die Gefäße der embryonalen Chorionzotten, nachdem Chorion und Uteruswand innig verwachsen sind. Deciduate.

4. Nach der Geburt dient allen Säugetierjungen das Sekret der Milchdrüsen als Nährstoff.

Seitens des Embryos geschieht die Aufnahme der uterinen Nahrung in verschiedener Weise.

A. Kloakentiere. Echidna: Ei 4 mm groß, mit Nährdotter beladen, von einer Eischale (Keratin) umgeben. Amnion mit persistierendem Amnionkanal (wie Wiederkäuer). Allantois und Dottersack (links) gleicher Größe, mit reichlichen Gefäßen. Das Ei liegt locker im Uterus. — Das abgelegte Ei mißt 16 : 18 mm.

B. Während der Trächtigkeit schwillt die Uterinwand bedeutend, verwächst jedoch nicht mit dem Eichorion, sondern gelangt mit diesem nur in Kontakt.

a) Die Allantois beteiligt sich gar nicht oder in untergeordnetem Grade an der Nahrungsaufnahme und dem Gasaustausch; keine Zotten: Beuteltiere.

b) Die Allantois vaskularisiert das ganze, zottenbildende Chorion: Indeciduate.

Die gesamte Oberfläche des so gebildeten Allantochorion trägt nun

1. nur Falten und einfache (Schwein), oder kleine, sehr dicht stehende verästelte Zottenbüschel (Pferd): **Placenta diffusa.**
2. Das Allantochorion treibt nur an gewissen Stellen Zottenbüschel oder Cotyledonen, die sich in entsprechende Karunkeln der Uterinschleimhaut einsenken

(W i e d e r k ä u e r). Die Gesamtheit dieser Placenten bezeichnet man als **Placenta multiplex.**

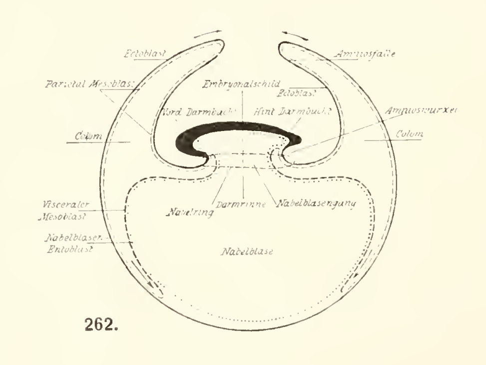
C. **Placentalia.** Das Eichorion verwächst mit dem, des Epithels verlustig gegangenen Uterus so innig, daß bei der Geburt ein Stück des Uteringewebes sich abtrennt. Mütterliches Blut umspült die Chorionzotten. Die Allantois legt sich nur

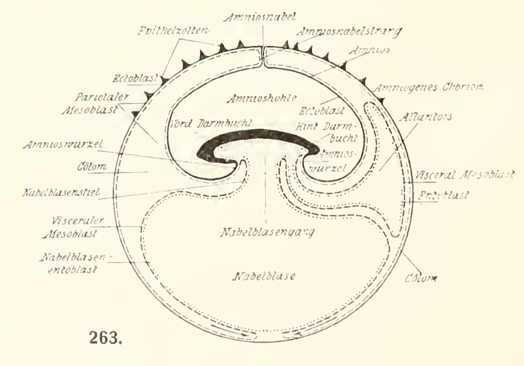
a) an einer rundlichen Stelle des Chorions an und vaskularisiert einen s c h e i b e n f ö r m i g e n Zottenkomplex, **Placenta discoidalis,** mit welchem die Schleimhaut des Tragsackes innig verwächst (I n s e k t e n f r e s s e r, viele N a g e r, a m e r i k a n i s c h e A f f e n usw.),

b) ebenso, aber es entstehen zwei, einander gegenüberliegende Mutterkuchen: **Placenta bidiscoidalis** (S c h w a n z a f f e n d e r a l t e n W e l t).

c) Die Allantois vaskularisiert eine gürtelförmige, verästelte, zottentragende Zone des Chorions, während die Eienden glatt bleiben: **Placenta zonaria** (Raubtiere).

d) Eine merkwürdige Umhüllung erhalten einige, eine **Scheibenplacenta** bildende Säugetiereier, indem sie kurz nach ihrer Verschmelzung mit der Uteruswand d u r c h U t e r i n g e w e b e (Membrana d e c i d u a r e f l e x a) u m w a c h s e n und u m k a p s e l t werden (a n t h r o p o i d e A f f e n, M e n s c h, auch einige I n s e k t e n f r e s s e r und N a g e r).




262—263. Schemata der **Amnionbildung** bei Mammalien. Aus Bonnet.

Amnion (Proamnion)

Gefäßhof des Dottersacks

Dottersackwand, durch die Allantois vorgestülpt

Allantois

Dottervenen

Aorta

Sinus terminalis

**264.** Embryo von **Didelphys virginiana.** Der größte Teil des Chorions ist entfernt.

Amnion, zweischichtig; mit Epithelwucherungen

Allantoishöhle

Allantochorion

Hippomanes

Dottersack

Zotten

Nabelblasenfeld

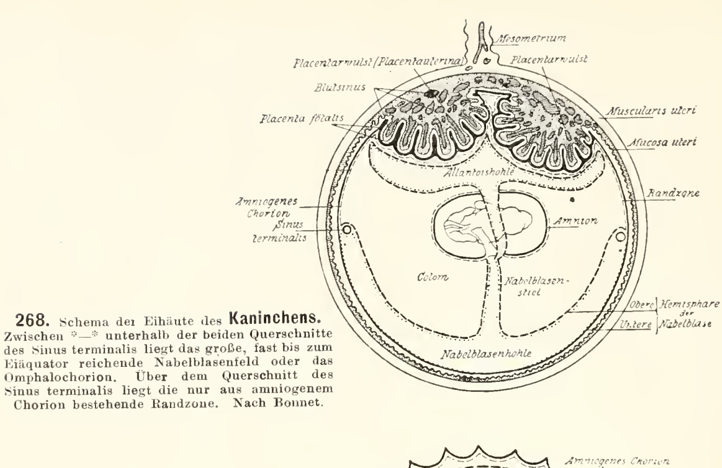
**265.** Schema der Eihäute des **Pferdes,** im 5.—6. Monat. Nach Bonnet.
........ Entoderm. ▬ ▬ ▬ Mesoderm. ------ Ektoderm.

Amnion

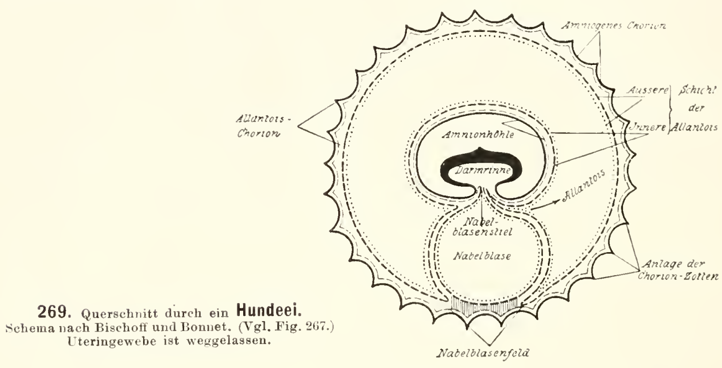
Cotyledonen

**266.** Fruchtblase mit Frucht des **Schafes.** $^{2}/_{9}$. Placenta multiplex. Nach Schultze.

**267.** Fruchtblase der **Katze,** ca. 3 Wochen alt, die Gürtelplacenta läßt die Eizipfel frei. Nach Bonnet.



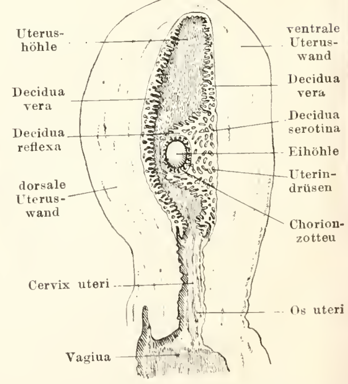

**268.** Schema der Eihäute des **Kaninchens.** Zwischen *—* unterhalb der beiden Querschnitte des Sinus terminalis liegt das große, fast bis zum Eiäquator reichende Nabelblasenfeld oder das Omphalochorion. Über dem Querschnitt des Sinus terminalis liegt die nur aus amniogenem Chorion bestehende Randzone. Nach Bonnet.



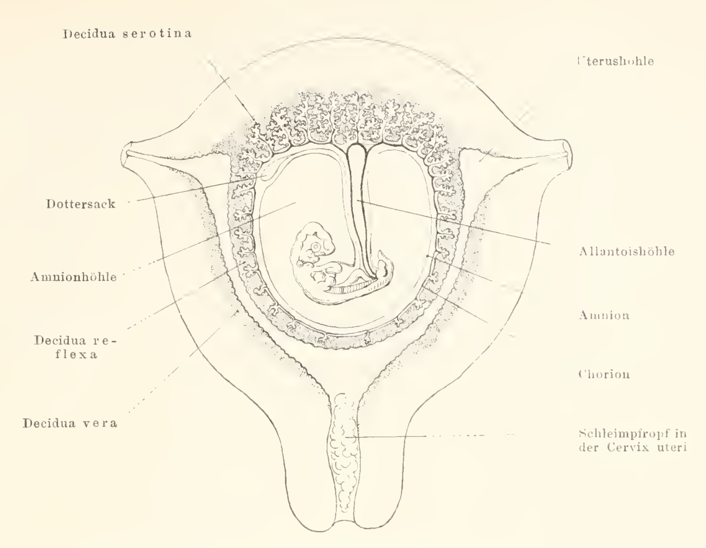

**269.** Querschnitt durch ein **Hundeei.** Schema nach Bischoff und Bonnet. (Vgl. Fig. 267.) Uteringewebe ist weggelassen.

Uterus
Schleimpfropf in der Cervix uteri
Amnionhöhle
Schnittrand
2. und 3. Zehe verwachsen
Ovarium
Placenta, scheibenförmig
After
abgeschnittene Vorderwand des Uterus
Nabelstrang

**270. Siamanga syndactylus,** von Sumatra. 1/2. Der Uterus ist aufgeschnitten und der Embryo herausgelegt.




**271.** Längsschnitt durch den schwangeren Uterus des **Menschen,** ca. 13 Tage alt, etwa halbe Naturgröße. Nach Kollmann.




**272.** Schematischer Längsschnitt durch den **menschlichen** schwangeren Uterus der 7.—8. Woche.

# 3. Bemerkungen

über **Ernährung der Frucht** bei viviparen Wirbeltieren.

Mit Ausschluß der oviparen Vögel finden sich in allen Vertebratenklassen ovipare und vivipare Formen.

Bei den Kaltblütern werden in der Regel Eier abgelegt. Wo jedoch der Embryo vom Muttertiere ausgetragen wird, kann dies unter den allerverschiedensten Formen geschehen.

Selten, wie bei den Schlangen, hat der längere Verbleib des Eies im Eileiter lediglich die Bedeutung des Geschütztseins vor Fährlichkeiten, indem die Mutter hier nur den Gasaustausch des Embryos vermittelt, ohne ihm andere Nahrung zuzuführen. In den meisten Fällen bezieht die Frucht auch Nährstoffe von dem Elter (Vater oder Mutter). Die Beschaffenheit der Nahrung, die Art, wo und wie sie verabreicht und vom Embryo aufgenommen wird, bietet große Verschiedenheiten und führt bisweilen zu den allermerkwürdigsten caenogenetischen Umformungen mütterlicher wie embryonaler Organe:

1. In zahlreiche Hauttaschen des Rückens gelangt die Brut der **Pipa americana**, um dort eine abgekürzte Metamorphose durchzumachen; die subkutanen Lymphräume und Hautdrüsen bieten den Nährstoff. — Unter den Teleostiern nehmen die Männchen der Lophobranchier die Eier in eine große Tasche **(Hippocampus)** oder Doppelfalte **(Syngnathus)** des Schwanzes auf und führen ihnen eine schleimige Flüssigkeit zu, welche unter enormer Vermehrung der Hautkapillaren in die Bruthöhle diffundiert. — Die Männchen eines **Welses** (Arius) tragen die großen befruchteten Eier im Maule mit sich herum, bis die Larven sich entwickelt haben usw.

2. Gewöhnlich aber werden die Eileiter, bisweilen die Ovarien, zur Aufammung der Brut benutzt. — ***Haifische:*** bei **Mustelus laevis** eine Verbindung von Mutter und Frucht unter Bildung einer Placenta; gefäßreiche Runzeln des Dottersacks greifen in Schleimhautfalten des Oviduktes (Uterus) ein. Ähnlich bei **Carcharias**, während die übrigen viviparen Rochen und Haie durch gefäßreiche Uterinzotten der locker im Tragsack liegenden, glattwandigen Eihaut den Nahrungsschleim sowie Sauerstoff zuführen. — ***Knochenfische:*** Die Eier der Aalmutter, **Zoarces viviparus**, werden in der Höhlung des Ovariums durch dessen blutreiche Zotten ernährt: die von Blutzellen durchsetzte Flüssigkeit wird von den Jungen geschluckt. Die Embryonen des **Anableps** beziehen wieder mittelst ihrer Dottersackzotten die Nahrung, welche in den Kammerwänden des Ovariums abgeschieden wird. — ***Amphibien:*** Mit beginnender Trächtigkeit zerfällt bei **Salamandra atra** ein großer Teil der Uterusschleimhaut und gelangt nebst (ausgewanderten) Blutzellen in die Höhlung des Tragsacks, um sich hier mit den zerfallenden Eimassen (40—60 Eier in jedem Fruchtsack) zu mischen und einen „Bluteibrei" zu bilden. Nur ein einziges, distales Ei pflegt sich jederseits zu entwickeln. Nach der Geburt geschieht Regeneration der Uterinschleimhaut. Bei **Nototrema** umhüllen glockenartige Kiemensäcke den in der Rückentasche der Mutter liegenden Embryo usw. — ***Reptilien:*** Die Eier der **Lacerta vivipara** erhalten keine Kalkschale; sie liegen locker bis zum Ausschlüpfen der Jungen in den Ovidukten. **Seps chalcides** erzeugt sehr kleine Eier, die aber während des

Uterinlebens dauernd Nahrung erhalten von der zottentragenden, gefäßreichen Uterinschleimhaut, in welche die Papillen und Runzeln der vaskularisierten Allantoisplacenta sich einsenken; eine zweite Placenta, die Dottersackplacenta, ist geringer entwickelt. — ***Säugetiere:*** Während das Lebendiggebären bei Kaltblütern Ausnahme bleibt und auf die verschiedenartigste Weise ermöglicht wird, lassen die wechselseitigen Anpassungen von Mutter und Frucht bei den Säugetieren eine stufenweise Vervollkommnung der Embryonalernährung erkennen (siehe „Säugetiere").

